



This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

- + *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.
- + *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.
- + *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.
- + *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at <http://books.google.com/>



A propos de ce livre

Ceci est une copie numérique d'un ouvrage conservé depuis des générations dans les rayonnages d'une bibliothèque avant d'être numérisé avec précaution par Google dans le cadre d'un projet visant à permettre aux internautes de découvrir l'ensemble du patrimoine littéraire mondial en ligne.

Ce livre étant relativement ancien, il n'est plus protégé par la loi sur les droits d'auteur et appartient à présent au domaine public. L'expression "appartenir au domaine public" signifie que le livre en question n'a jamais été soumis aux droits d'auteur ou que ses droits légaux sont arrivés à expiration. Les conditions requises pour qu'un livre tombe dans le domaine public peuvent varier d'un pays à l'autre. Les livres libres de droit sont autant de liens avec le passé. Ils sont les témoins de la richesse de notre histoire, de notre patrimoine culturel et de la connaissance humaine et sont trop souvent difficilement accessibles au public.

Les notes de bas de page et autres annotations en marge du texte présentes dans le volume original sont reprises dans ce fichier, comme un souvenir du long chemin parcouru par l'ouvrage depuis la maison d'édition en passant par la bibliothèque pour finalement se retrouver entre vos mains.

Consignes d'utilisation

Google est fier de travailler en partenariat avec des bibliothèques à la numérisation des ouvrages appartenant au domaine public et de les rendre ainsi accessibles à tous. Ces livres sont en effet la propriété de tous et de toutes et nous sommes tout simplement les gardiens de ce patrimoine. Il s'agit toutefois d'un projet coûteux. Par conséquent et en vue de poursuivre la diffusion de ces ressources inépuisables, nous avons pris les dispositions nécessaires afin de prévenir les éventuels abus auxquels pourraient se livrer des sites marchands tiers, notamment en instaurant des contraintes techniques relatives aux requêtes automatisées.

Nous vous demandons également de:

- + *Ne pas utiliser les fichiers à des fins commerciales* Nous avons conçu le programme Google Recherche de Livres à l'usage des particuliers. Nous vous demandons donc d'utiliser uniquement ces fichiers à des fins personnelles. Ils ne sauraient en effet être employés dans un quelconque but commercial.
- + *Ne pas procéder à des requêtes automatisées* N'envoyez aucune requête automatisée quelle qu'elle soit au système Google. Si vous effectuez des recherches concernant les logiciels de traduction, la reconnaissance optique de caractères ou tout autre domaine nécessitant de disposer d'importantes quantités de texte, n'hésitez pas à nous contacter. Nous encourageons pour la réalisation de ce type de travaux l'utilisation des ouvrages et documents appartenant au domaine public et serions heureux de vous être utile.
- + *Ne pas supprimer l'attribution* Le filigrane Google contenu dans chaque fichier est indispensable pour informer les internautes de notre projet et leur permettre d'accéder à davantage de documents par l'intermédiaire du Programme Google Recherche de Livres. Ne le supprimez en aucun cas.
- + *Rester dans la légalité* Quelle que soit l'utilisation que vous comptez faire des fichiers, n'oubliez pas qu'il est de votre responsabilité de veiller à respecter la loi. Si un ouvrage appartient au domaine public américain, n'en déduisez pas pour autant qu'il en va de même dans les autres pays. La durée légale des droits d'auteur d'un livre varie d'un pays à l'autre. Nous ne sommes donc pas en mesure de répertorier les ouvrages dont l'utilisation est autorisée et ceux dont elle ne l'est pas. Ne croyez pas que le simple fait d'afficher un livre sur Google Recherche de Livres signifie que celui-ci peut être utilisé de quelque façon que ce soit dans le monde entier. La condamnation à laquelle vous vous exposeriez en cas de violation des droits d'auteur peut être sévère.

À propos du service Google Recherche de Livres

En favorisant la recherche et l'accès à un nombre croissant de livres disponibles dans de nombreuses langues, dont le français, Google souhaite contribuer à promouvoir la diversité culturelle grâce à Google Recherche de Livres. En effet, le Programme Google Recherche de Livres permet aux internautes de découvrir le patrimoine littéraire mondial, tout en aidant les auteurs et les éditeurs à élargir leur public. Vous pouvez effectuer des recherches en ligne dans le texte intégral de cet ouvrage à l'adresse <http://books.google.com>

NYPL RESEARCH LIBRARIES



3 3433 03429082 9

BULLETIN
ASTRONOMIQUE.

OMA

13765 PARIS. — IMPRIMERIE DE GAUTHIER-VILLARS ET FILS,
Quai des Grands-Augustins, 55.

BULLETIN ASTRONOMIQUE

PUBLIÉ

SOUS LES AUSPICES DE L'OBSERVATOIRE DE PARIS,

PAR

M. F. TISSERAND,

MEMBRE DE L'INSTITUT,

Avec la collaboration de

MM. G. BIGOURDAN, O. CALLANDREAU ET R. RADAU.

TOME V. — 1888.



PARIS,

GAUTHIER-VILLARS ET FILS, IMPRIMEURS-LIBRAIRES
DE L'OBSERVATOIRE DE PARIS ET DU BUREAU DES LONGITUDES,
Quai des Grands-Augustins, 55.

1888

(Tous droits réservés.)

- 6772 -



ROY W. B.
CLERK
Y. A. B.

BULLETIN

ASTRONOMIQUE.

FORMULES POUR LA VARIATION DES ÉLÉMENTS D'UNE ORBITE;

PAR M. R. RADAU.

Il y a deux ans, à l'occasion d'un Mémoire de M. Schœnfeld, j'ai fait remarquer que les formules différentielles qui servent à déterminer les corrections d'un système d'éléments pouvaient s'établir de manière à diminuer, dès le principe, le nombre des inconnues. Je reprends aujourd'hui cette remarque pour la présenter avec quelques développements.

Lorsqu'on possède un système d'éléments provisoire et des observations nouvelles qui permettent de le corriger, il semble rationnel de recourir tout de suite à une série d'équations de condition, au lieu de répéter le calcul direct des éléments; mais les équations dont les astronomes font usage pour cela sont, en général, à six inconnues (dans le cas d'une orbite parabolique, il y en a cinq), et l'élimination est un peu laborieuse. M. Schœnfeld (*A. N.*, n° 2693) est parvenu à donner à ces équations de condition une forme plus commode, mais il a encore le même nombre d'inconnues. Nous verrons que, sans compliquer l'expression des coefficients, on peut faire disparaître de l'une de ces équations deux inconnues, de sorte qu'elle n'en renferme plus que trois, dans le cas de la parabole. Ces trois inconnues une fois déterminées par cette équation, à l'aide de trois observations complètes, les deux autres (di , $d\Omega$) sont fournies par une seconde équation tout aussi simple. Voici comment s'obtiennent ces équations.

En faisant varier les éléments d'une orbite, nous changeons la position de l'astre qui correspond au temps donné de l'observation. Le déplacement qui en résulte peut être remplacé par ses trois

projections sur un système quelconque d'axes rectangulaires. Prenons d'abord pour axes de projection le rayon vecteur r , un rayon vecteur perpendiculaire à r (correspondant à $u + 90^\circ$) et la normale à l'orbite; les lettres r, ω, n nous serviront à en marquer les lieux sur la sphère céleste. En désignant les trois projections par $dr, r d\omega, r dn$, de sorte que $d\omega$ et dn représentent des rotations, nous aurons

$$\begin{aligned} d\omega &= du + \cos i. dQ = dv + d\omega + \cos i. dQ, \\ dn &= \sin u di - \cos u \sin i. dQ, \end{aligned}$$

v étant l'anomalie vraie, $u = v + \omega$ la distance au nœud, ou l'argument de la latitude. Les variations dr et dv dépendent des éléments qui déterminent l'orbite proprement dite; s'il s'agit d'une orbite parabolique, elles sont fonctions des variations dq et dT .

Nous pouvons, d'autre part, en désignant par Δ, λ, ϱ la distance, la latitude et la longitude géocentriques, représenter le même déplacement par les projections rectangulaires $d\Delta, \Delta d\lambda, \Delta \cos \lambda d\varrho$, la première parallèle, les deux autres perpendiculaires à Δ . La composante $\Delta \cos \lambda d\varrho$ est parallèle à l'écliptique, tandis que $\Delta d\lambda$ est parallèle à un plan qui contient Δ et le pôle de l'écliptique.

Pour fixer les idées, à défaut d'une figure qui faciliterait les explications, j'appellerai *horizon* le plan perpendiculaire à Δ , et *méridien* le vertical passant par le pôle de l'écliptique, qui contient $\Delta d\lambda$. Les lieux des trois axes seront ainsi le zénith (Δ) et les points cardinaux. Les projections horizontales $\Delta d\lambda$ et $\Delta \cos \lambda d\varrho$ sont respectivement parallèles à la méridienne MM' et à la perpendiculaire EE' (intersection de l'écliptique avec l'horizon).

Pour tracer le diagramme, on marquerait Δ au centre d'un cercle figurant l'horizon; deux diamètres (MM', EE') seraient le méridien et le premier vertical. Ensuite, on marquerait les lieux des trois axes r, ω, n , et les intersections R, W, N des plans coordonnés $\omega n, nr, r\omega$ avec l'horizon. R, W, N sont les pôles des plans $r\Delta, \omega\Delta, n\Delta$. Le plan $r\omega$ est le plan de l'orbite, $r\Delta$ celui du triangle formé par le Soleil, la Terre et l'astre; son intersection avec l'écliptique est le lieu de la Terre. Ces indications suffisent pour tracer la figure et pour établir les relations qui existent entre les angles dont nous avons besoin ici.

Si nous projetons dr , $r dw$, $r dn$ sur les axes E, M, Δ , nous obtenons les trois relations

$$(1) \quad \begin{cases} \Delta \cos \lambda \, d\ell = \cos(nE) r \, dn + \cos(wE) r \, dw + \cos(rE) dr, \\ \Delta \, d\lambda = \cos(nM) r \, dn + \cos(wM) r \, dw + \cos(rM) dr, \\ d\Delta = \cos(n\Delta) r \, dn + \cos(w\Delta) r \, dw + \cos(r\Delta) dr. \end{cases}$$

En désignant par F, G, H les angles (nE) , (nM) , $(n\Delta)$, qui représentent les inclinaisons de l'orbite $r\omega$ sur les trois plans coordonnés du second système (M Δ , E Δ , EM), et par f , g , h les distances du nœud $\mathcal{Q}$ aux intersections de l'orbite avec les mêmes plans, les neuf cosinus peuvent s'exprimer comme il suit :

$$\begin{array}{lll} \cos F, & \sin F \cos(f+u), & \sin F \sin(f+u), \\ \cos G, & \sin G \cos(g+u), & \sin G \sin(g+u), \\ \cos H, & \sin H \cos(h+u), & \sin H \sin(h+u). \end{array}$$

Les angles F, f , ... dépendent de λ , ℓ , i , $\mathcal{Q}$, et les deux équations

$$(2) \quad \begin{cases} \frac{\Delta}{r} \cos \lambda \, d\ell = \cos F \, dn + \sin F \cos(f+u) dw + \sin F \sin(f+u) dlr, \\ \frac{\Delta}{r} \, d\lambda = \cos G \, dn + \sin G \cos(g+u) dw + \sin G \sin(g+u) dlr \end{cases}$$

fournissent ainsi, pour chaque observation complète, deux relations entre les écarts $d\ell$, $d\lambda$ et les corrections des éléments qui entrent dans les variations dn , dw , $dlr = \frac{dr}{r}$. Ces corrections étant, en général, au nombre de six, il faut, pour les déterminer, employer trois observations. Dans le cas particulier de la parabole, il suffit de cinq équations de condition.

Le système (2) est analogue à celui de M. Schœnfeld. Mais l'on peut obtenir des équations de condition où ne figurent que deux des trois variations dn , dw , dlr , en prenant pour axes de projection les intersections des plans $r\omega$, ωn , nr avec l'horizon. En projetant, par exemple, sur l'intersection N de l'orbite $r\omega$, nous éliminons la variation dn . On trouve ainsi, en posant, pour abrégé,

$$\frac{\Delta}{r} \cos \lambda \, d\ell = \partial \ell, \quad \frac{\Delta}{r} \, d\lambda = \partial \ell',$$

$$\begin{array}{l} \cos(EN) \, \partial \ell + \sin(EN) \, \partial \lambda = \sin(rN) \, dw + \cos(rN) \, dlr, \\ \cos(EW) \, \partial \ell + \sin(EW) \, \partial \lambda = \cos(nW) \, dn + \sin(nW) \, dlr, \\ \cos(ER) \, \partial \ell + \sin(ER) \, \partial \lambda = \cos(nR) \, dn + \sin(nR) \, dw. \end{array}$$

et ces équations peuvent s'écrire sous la forme suivante :

$$(3) \left\{ \begin{array}{l} \cos G \delta \mathcal{L} - \cos F \delta \lambda = \sin H \sin(h+u) d\omega - \sin H \cos(h+u) dlr, \\ - \sin G \cos(g+u) \delta \mathcal{L} + \sin F \cos(f+u) \delta \lambda \\ \quad = \sin H \sin(h+u) dn - \cos H dlr, \\ \sin G \sin(g+u) \delta \mathcal{L} - \sin F \sin(f+u) \delta \lambda \\ \quad = \sin H \cos(h+u) dn - \cos H d\omega. \end{array} \right.$$

Elles représentent deux équations indépendantes. La variation dn renferme les inconnues $di, d\mathcal{Q}$. La variation $d\omega$ renferme, en dehors de dv , l'inconnue $d\sigma = d\omega + \cos i d\mathcal{Q}$. Enfin dv et dr dépendent, en général, de trois éléments, et, dans le cas de la parabole, de deux seulement (dq, dT). La première des équations (3) renferme, par conséquent, tout au plus quatre inconnues, et, dans le cas d'une orbite parabolique, trois seulement, à savoir $d\sigma, dq, dT$.

Il s'ensuit qu'en formant la première équation du système (3) pour trois positions observées, on a déjà le moyen de déterminer les trois corrections $d\sigma, dq, dT$. Les variations $dr, d\omega$ étant dès lors connues, la seconde ou la troisième des équations (3) ne renferme plus que les deux inconnues $di, d\mathcal{Q}$, contenues dans dn , et l'on pourra les déterminer en formant l'une ou l'autre de ces équations pour deux positions observées.

Les angles auxiliaires $F, G, \dots$ sont donnés par les formules suivantes :

$$(4) \quad \left\{ \begin{array}{l} \sin F \sin f = -\sin(\mathcal{L} - \mathcal{Q}), \\ \sin F \cos f = \cos i \cos(\mathcal{L} - \mathcal{Q}), \\ -\cos F = \sin i \cos(\mathcal{L} - \mathcal{Q}); \end{array} \right.$$

$$(5) \quad \left\{ \begin{array}{l} \sin G \sin g = -\sin \lambda \cos(\mathcal{L} - \mathcal{Q}), \\ \sin G \cos g = \sin i \cos \lambda - \cos i \sin \lambda \sin(\mathcal{L} - \mathcal{Q}), \\ \cos G = \cos i \cos \lambda + \sin i \sin \lambda \sin(\mathcal{L} - \mathcal{Q}); \end{array} \right.$$

$$(6) \quad \left\{ \begin{array}{l} \sin H \sin h = \cos \lambda \cos(\mathcal{L} - \mathcal{Q}), \\ \sin H \cos h = \sin i \sin \lambda + \cos i \cos \lambda \sin(\mathcal{L} - \mathcal{Q}), \\ \cos H = \cos i \sin \lambda - \sin i \cos \lambda \sin(\mathcal{L} - \mathcal{Q}). \end{array} \right.$$

Mais les systèmes (5) et (6) seront remplacés, avec avantage, par

les suivants, où λ_0 est la latitude de l'intersection de l'orbite avec le méridien :

$$(7) \quad \begin{cases} \sin F \sin \lambda_0 = \sin i \sin(\varrho - \Omega), \\ \sin F \cos \lambda_0 = \cos i; \end{cases}$$

$$(8) \quad \begin{cases} \sin G \sin(g - f) = \sin(\lambda_0 - \lambda), \\ -\sin G \cos(g - f) = \cos F \cos(\lambda_0 - \lambda), \\ \cos G = \sin F \cos(\lambda_0 - \lambda); \end{cases}$$

$$(9) \quad \begin{cases} \sin H \sin(h - f) = \cos(\lambda_0 - \lambda), \\ \sin H \cos(h - f) = \cos F \sin(\lambda_0 - \lambda), \\ -\cos H = \sin F \sin(\lambda_0 - \lambda). \end{cases}$$

On aurait aussi

$$\begin{aligned} \cos(g - f) &= -\cot G \cot F, \\ \cos(f - h) &= -\cot F \cot H, \\ \cos(h - g) &= -\cot H \cot G. \end{aligned}$$

Je ferai encore remarquer, en passant, que nous avons

$$\text{tang}(ER) = -\frac{\text{tang}(\varrho - \odot)}{\sin \lambda},$$

où $\odot$ est la longitude du Soleil; il s'ensuit que l'expression

$$\cos(ER)\delta\varrho + \sin(ER)\delta\lambda,$$

qui forme le premier membre de l'une des équations établies plus haut, peut s'exprimer par la différentielle d'une fonction de ϱ et λ . En effet, soient S l'angle au Soleil dans le triangle (Terre-Soleil-Astre), et γ l'inclinaison de son plan sur l'écliptique; on aura

$$\cot \gamma = -\sin(\varrho - \odot) \cot \lambda$$

et

$$\cos(ER)\delta\varrho + \sin(ER)\delta\lambda = \sin S d\gamma.$$

Mais cette forme n'a pas d'avantage immédiat pour le calcul.

Les formules qui donnent F, G, H, f, g, h peuvent, à la rigueur, se réduire aux suivantes :

$$(10) \quad \begin{cases} \cos F = -\sin i \cos(\varrho - \Omega), & \text{tang } \lambda_0 = \text{tang } i \sin(\varrho - \Omega), \\ \cos G = \sin F \cos(\lambda - \lambda_0), & \cos H = \sin F \sin(\lambda - \lambda_0), \\ & \cos F \text{ tang } f = \text{tang } \lambda_0, \\ & \cos F \text{ tang}(g - f) = \text{tang}(\lambda - \lambda_0), \\ & \cos F \text{ tang}(h - f) = -\cot(\lambda - \lambda_0). \end{cases}$$

auxquelles s'ajouteraient, pour la détermination des signes, les relations

$$\sin F \sin f = -\sin(\varrho - \mathcal{Q}), \quad \sin G \sin(g - f) = -\sin(\lambda - \lambda_0),$$

$$\sin H \sin(h - f) = \cos(\lambda - \lambda_0).$$

Je supposerai maintenant que l'orbite est une parabole. Les variations dr , $d\nu$ s'expriment alors comme il suit. En posant

$$\mu = \frac{k}{\sqrt{2} \cdot q^{\frac{3}{2}}}, \quad m = \mu(t - T),$$

on aura

$$q = r \cos^2 \frac{1}{2} \nu, \quad m = \tan^2 \frac{1}{2} \nu + \frac{1}{2} \tan^3 \frac{1}{2} \nu,$$

$$d\nu = -\cos^2 \frac{1}{2} \nu (3m d\log q + 2\mu dT),$$

$$dlr = d\log q + \tan^2 \frac{1}{2} \nu d\nu = \cos^2 \frac{1}{2} \nu (\cos \nu d\log q - \sin \nu \mu dT),$$

où $dlr = \frac{dr}{r}$. En même temps,

$$d\omega = d\nu + d\sigma,$$

$$d\sigma = d\omega + \cos i d\mathcal{Q},$$

$$dn = \sin u di - \cos u \sin i d\mathcal{Q}.$$

La première équation de condition peut se mettre sous la forme suivante :

$$\frac{\cos G}{\sin H} \delta \varrho - \frac{\cos F}{\sin H} \delta \lambda = \sin(h + u)(d\sigma + d\nu) - \cos(h + u)dlr.$$

Si nous convenons d'exprimer $d\varrho$, $d\lambda$, $d\sigma$ en secondes, dT en jours, et de prendre pour lr , lq les logarithmes ordinaires, il faut ici multiplier $d\varrho$, ... par $\sin 1''$, et lr , lq par 2,3026. Faisons

$$c_1 = \frac{k \sqrt{2}}{\sin 1''} q^{-\frac{3}{2}} = 5017'',9 \cdot q^{-\frac{3}{2}},$$

$$c_2 = \frac{2,3026}{\sin 1''} = 474942'',$$

l'équation ci-dessus deviendra

$$(11) \left\{ \begin{aligned} & \frac{\Delta}{r} \left(\frac{\cos G \cos \lambda}{\sin H} d\varrho - \frac{\cos F}{\sin H} d\lambda \right) \\ & = \sin(h + u) d\sigma - \sin \left(h + u - \frac{1}{2} \nu \right) \cos^2 \frac{1}{2} \nu \cdot c_1 dT \\ & \quad - \left[\sin \left(h + u - \frac{1}{2} \nu \right) \sin \nu + \cos \left(h + u - \frac{1}{2} \nu \right) \right] \cos \frac{1}{2} \nu \cdot c_2 d\log q. \end{aligned} \right.$$

Trois équations semblables suffisent pour déterminer $d\sigma$, dT , dlq . On pourra dès lors considérer les variations $d\nu$ et dlr dans les deux dernières équations (3) comme données, de sorte que ces équations ne renferment plus que deux inconnues (di , $d\Omega$), contenues dans dn . En choisissant, pour les déterminer, la seconde équation du système (3), et faisant

$$dlr = \cos^2 \frac{1}{2} \nu \left(\cos \nu . dlq - \sin \nu . \frac{c_1}{2c_2} dT \right),$$

nous aurons

$$(12) \left\{ \begin{aligned} & \cot H . c_2 dlr - \frac{\Delta}{r} \left[\frac{\sin G \cos \lambda}{\sin H} \cos(g+u) d\zeta - \frac{\sin F}{\sin H} \cos(f+u) d\lambda \right] \\ & = \sin(h+u) (\sin u di - \cos u \sin i d\Omega). \end{aligned} \right.$$

Deux équations semblables suffisent pour déterminer di , $d\Omega$; on aura ensuite $d\omega$ par $d\sigma$ et $d\Omega$. Ainsi, les corrections des cinq éléments paraboliques sont données par trois équations à trois, et par deux équations à deux inconnues.

Dans le cas général, la première des équations (3) renferme quatre inconnues, la seconde cinq, et la dernière six. Pour les résoudre, on pourra recourir à des procédés différents, suivant le nombre des positions dont on voudra se servir. Je me contenterai ici d'ajouter un exemple pour le cas de la parabole. Il suffira d'ailleurs, pour faire comprendre la mise en nombres des formules, d'employer les données fournies par le système d'éléments fictif dont j'ai fait usage dans la *Note sur le Calcul approximatif d'une orbite parabolique* (*Bull.*, IV, p. 491). Avec ces données, nous aurons, pour les dates du 21, du 23 et du 25 janvier :

	$\zeta - \Omega$.	F.	λ_0 .	G.	H.
JANV. 21	103°.21'.20"	80°.26'. 7"	45°.12'.53"	22°.38'.29"	110°.19'.14"
23	105.17.27	79. 3.52	44.58. 4	22. 4.12	108.55.31
25	107.11. 7	77.43.43	44.41.30	21.40.21	107.34.41
f .	$g-f$.	$h-f$.	g .	h .	
260°.38'. 6"	113°.49'.34"	86°.25'.20"	14°.27'.40"	347°. 3'.26"	
259.14.48	118.27.35	86.12. 6	17.42.23	345.26.54	
257.52.30	123.11. 6	86. 2.56	21. 3.36	343.55.26	
u .	$h+u$.	$h+u-\frac{1}{2}\nu$.	$g+u$.	$f+u$.	
55°.16'.47"	42°.20'.13"	9°.41'.50"	69°.44'.27"	315°.54'.53"	
57.59.28	43.26.22	9.26.38	75.41.51	317.14.16	
60.32.23	44.27.49	9.11.37	81.35.59	318.24.53	

Avec ces valeurs des angles auxiliaires et

$$\log c_1 = 4,00052, \quad \log c_2 = 5,67664,$$

on trouve, par la formule (11),

$d\varrho$.	$d\lambda$.	$d\sigma$.	dT .	$d \log q$.
+1,2713	-0,2517	+0,6735	-1007,0	-455415"
+1,2429	-0,2823	+0,6876	-936,2	-448330
+1,2146	-0,3109	+0,7005	-870,6	-441196

et par la formule (12),

$d\varrho$.	$d\lambda$.	$d \log r$.	di .	dQ .
-0,1836	+1,0730	-175882	+0,5536	-0,2759
-0,1245	+1,0727	-162843	+0,5831	-0,2622
-0,0705	+1,0691	-150416	+0,6099	-0,2478

On a ici

$$d \log r = \cos^{\frac{1}{2}} \nu \left(\cos \nu . d \log q - \sin \nu \frac{c_1}{2c_2} dT \right).$$

J'ai calculé directement la position qui correspond à la première date, en prenant $dT = -0,1$, $d \log q = -0,001$, $d\omega = +10'$, $dQ = -10'$, $di = +10'$, d'où $d\sigma = +183'',2$; j'ai trouvé

$$d\nu = +1024'',5; \quad d \log r = +0,000385;$$

$$d\varrho = +663'',0; \quad d\lambda = +637'',5,$$

valeurs qui vérifient les équations de condition du 21 janvier.

ÉLÉMENTS DE LA PLANÈTE (270) ANAHITA,

CALCULÉS PAR M. E. VIENNET.

La planète (270) a été découverte le 11 octobre à Clinton (États-Unis) par M. C.-H.-F. Peters. Les observations de l'astre, assez suivies jusqu'au 26 octobre, ayant été interrompues par le mauvais temps, nous avons calculé, en nous servant des observations des 11, 18 et 26 octobre, les éléments provisoires suivants publiés dans le

n° 21 des *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, t. CV,
p. 1002.

Époque.

T = 1887, octobre 27,0.

Anomalie moyenne	M = 30.42.12,4	} Équin. et éclipt. moy. 1887,0.
Longitude du périhélie.....	π = 345.51.56,7	
Longitude du nœud ascendant..	Ω = 256.43. 5,1	
Inclinaison.....	i = 2.11.17,5	
Excentricité $e = \sin \varphi$	φ = 8. 2.59,3	
Moyen mouvement diurne.....	μ = 1143",14	
Log demi grand axe	$\log a$ = 0,327938	

De ces éléments nous avons déduit l'éphéméride ci-dessous calculée pour le minuit moyen de Paris.

1887.	h	m	s	Δ_1	Δ_2	Δ_3	$\log \Delta$	T. d'aberr.
Oct.	11...	1. 14.	17,76	-57,50	+12. 6. 9,2	-7. 1,0	9,94126	7.15
	12...	1. 13.	20,26	-57,39	+11.59. 8,2	-7. 5,7		7.15
	13...	1. 12.	22,87	-57,18	+11.52. 2,5	-7. 9,7		7.16
	14...	1. 11.	25,69	-56,87	+11.44.52,8	-7.12,6		7.16
	15...	1. 10.	28,82	-56,42	+11.37.40,2	-7.14,8	9,94338	7.17
	16...	1. 9.	32,40	-55,83	+11.30.25,4	-7.16,4		7.18
	17...	1. 8.	36,57	-55,15	+11.23. 9,0	-7.17,1		7.19
	18...	1. 7.	41,42	-54,35	+11.15.51,9	-7.16,9		7.20
	19...	1. 6.	47,07	-53,48	+11. 8.35,0	-7.16,0	9,94732	7.21
	20...	1. 5.	53,59	-52,46	+11. 1.19,0	-7.14,1		7.22
	21...	1. 5.	1,13	-51,38	+10.54. 4,9	-7.11,7		7.24
	22...	1. 4.	9,75	-50,21	+10.46.53,2	-7. 8,4		7.25
	23...	1. 3.	19,54	-48,98	+10.39.44,8	-7. 4,2	9,95301	7.27
	24...	1. 2.	30,56	-47,59	+10.32.40,6	-6.59,8		7.29
	25...	1. 1.	42,97	-46,16	+10.25.40,8	-6.54,3		7.30
	26...	1. 0.	56,81	-44,66	+10.18.46,5	-6.47,8		7.32
	27...	1. 0.	12,15	-43,11	+10.11.58,7	-6.41,4	+9,96034	7.34
	28...	0.59.	29,04	-41,46	+10. 5.17,3	-6.34,0		7.37
	29...	0.58.	47,58	-39,78	+ 9.58.43,3	-6.26,2		7.39
	30...	0.58.	7,80	-38,05	+ 9.52.17,1	-6.17,5		7.41
	31...	0.57.	29,75	-36,29	+ 9.45.59,6	-6. 8,7	9,96916	7.44
Nov.	1...	0.56.	53,46	-34,43	+ 9.39.50,9	-5.59,2		7.46
	2...	0.56.	19,03	-32,54	+ 9.33.51,7	-5.49,5		7.49
	3...	0.55.	46,49	-30,61	+ 9.28. 2,2	-5.39,0		7.52
	4...	0.55.	15,88	-28,67	+ 9.22.23,2	-5.28,5	9,97930	7.55
	5...	0.54.	47,21	-26,67	+ 9.16.54,7	-5.17,1		7.58
	6...	0.54.	20,54	-24,67	+ 9.11.37,6	-5. 5,4		8. 1
	7...	0.53.	55,87	-22,60	+ 9. 6.32,2	-4.53,8		8. 4

12 h. T. m. de Paris.	R_1	Δ_1	(Q)	Δ_1	log Δ_1	T. d'aberr.
1887.	h m s	s				m s
Nov. 8....	0.53.33,27	-20,54	+ 9. 1.38,4	-4.42,1	9,99062	8. 7
9....	0.53.12,73	-18,43	+ 8.56.56,3	-4.29,1		8.11
10....	0.52.54,30	-16,33	+ 8.52.27,2	-4.16,2		8.14
11....	0.52.37,97	-14,20	+ 8.48.11,0	-4. 3,3		8.18
12....	0.52.23,77	-12,06	+ 8.44. 7,7	-3.50,3	0,00293	8.21
13....	0.52.11,71	- 9,88	+ 8.40.17,4	-3.37,1		8.25
14....	0.52. 1,83	- 7,72	+ 8.36.40,3	-3.23,8		8.29
15....	0.51.54,11	- 5,53	+ 8.33.16,5	-3. 9,9		8.33
16....	0.51.48,58	- 3,37	+ 8.30. 6,6	-2.56,0	0,01608	8.37
17....	0.51.45,21	- 1,19	+ 8.27.10,6	-2.41,8		8.41
18....	0.51.44,02	+ 0,98	+ 8.24.28,8	-2.27,5		8.45
19....	0.51.45,00	+ 3,16	+ 8.22. 1,3	-2.12,9		8.49
20....	0.51.48,16		+ 8.19.48,4		0,02986	8.53

Cette éphéméride nous a permis de comparer toutes les observations de la planète qui ont été publiées. Les temps moyens ont été corrigés de l'aberration.

Comparaison des observations.

	Lieux des observat.	T m de Paris	R géocentrique.	$R_0 - R_1$	(Q) géocentrique	(Q) ₀ - (Q)
1887.		h m s	h m s	s		
Oct. 11.	Clinton.....	13.22.16	1.14.13,91	- 0,56	+12. 5.49,3	+ 4,
12.	Kœnigsberg....	14.16.15	1.13.14,48	- 0,35	+11.58.34,1	+ 6,
13.	Clinton.....	14.19.21	1.12.16,94	- 0,39	+11.51.27,5	+ 6,
14.	Alger.....	8.47.12	1.11.33,17	- 0,17	+11.45.56,5	+ 6,
14.	Alger.....	9 11.39	1.11.32,59	+ 0,23	+11.45.51,2	+ 8,
14.	Padoue.....	9.25.30	1.11.30,93	- 0,98	+11.45.38,5	- 0,
14.	Padoue.....	9.25.30	1.11.30,94	- 0,97	+11.45.45,5	+ 6,
14.	Paris.....	11.56.45	1.11.25,82	+ 0,02	+11.44.57,9	+ 4,
14.	Paris.....	12. 6.54	1.11.25,42	+ 0,10	+11.44.55,1	+ 4,
14.	Clinton.....	13.38.29	1.11.21,74	- 0,05	+11.44.31,8	+ 8,
15.	Alger.....	8.41.52	1.10.36,40	- 0,22	+11.38.42,8	+ 2,
15.	Alger.....	9.42. 4	1.10.34,43	+ 0,18	+11.38.27,0	+ 5,
15.	Paris.....	11.54.42	1.10.29,16	+ 0,13	+11.37.44,6	+ 6,
16.	Paris.....	9.34. 6	1. 9.37,36	- 0,74	+11.31.10,4	+ 0,
16.	Rome.....	13. 8.46	1. 9.30,02	+ 0,30	+11.30. 4,9	+ 0,
16.	Berlin.....	13. 8.53	1. 9.30,60	+ 0,88	+11.29.57,9	- 6,
17.	Alger.....	8.52.24	1. 8.44,33	+ 0,52	+11.24. 6,5	+ 0,
17.	Alger.....	9.14.26	1. 8.43,74	+ 0,78	+11.23.58,9	- 0,
17.	Vienne.....	12. 9.59	1. 8.36,35	+ 0,16	+11.23. 6,6	+ 0,
18.	Rome.....	11.19.39	1. 7.43,05	+ 0,09	+11.16. 6,8	+ 2,

MÉMOIRES ET OBSERVATIONS.

15

	Lieux des observat.	T m. de Paris.	R géocentrique.	$R_o - R_c$.	(Q) géocentrique.	$(Q)_o - (Q)_c$.
ur.		^h ^m ^s	^h ^m ^s	^s		
Oct. 19.	Clinton.....	14. 1.43	1. 6.42,93	+ 0,41	+11. 7.58,0	- 0,1
19.	Clinton.....	14.20.25	1. 6.42,16	+ 0,34	+11. 7.51,7	- 0,7
20.	Padoue.....	9.26.48	1. 5.59,87	+ 0,63	+11. 2. 0,7	- 4,7
20.	Padoue.....	9.26.48	1. 5.59,58	+ 0,34	+11. 2. 3,8	- 1,6
20.	Toulouse.....	9.27.50	1. 5.59,25	+ 0,05	+11. 2. 9,8	+ 4,8
20.	Berlin.....	12.39.38	1. 5.52,44	+ 0,30	+11. 1. 7,2	+ 0,2
21.	Padoue.	8.47.19	1. 5. 8,78	+ 0,75	+10.54.57,9	- 4,9
21.	Toulouse.....	9. 3.20	1. 5. 7,59	+ 0,07	+10.55. 0,2	+ 2,2
21.	Berlin.....	11. 1.49	1. 5. 3,88	+ 0,65	+10.54.24,8	+ 2,4
21.	Clinton.....	13.15. 2	1. 4.59,18	+ 0,76	+10.53.44,1	+ 1,8
22.	Toulouse.....	8.49.31	1. 4.16,47	- 0,01	+10.47.41,9	- 8,5
23.	Vienne.....	7.33.46	1. 3.29,18	+ 0,44	+10.39. 7,0	+ 3,3
26.	Düsseldorf.....	8.52.24	1. 1. 2,64	- 0,10	+10.19.45,9	+ 5,8
26.	Clinton.....	13.56. 0	1. 0.53,37	+ 0,22	+10.18.16,0	+ 2,6
27.	Düsseldorf.....	8.57. 7	1. 0.17,89	+ 0,15	+10.12.50,1	0,0
ov. 13.	Vienne.....	8.22.47	0.51.56,29	-17,10	+ 8.40. 2,2	-49,1
13.	Rome.....	9.44.58	0.51.55,56	-17,19	+ 8.39.48,0	-50,4
16.	Düsseldorf.....	8.31. 8	0.51.26,12	-23,13	+ 8.29.19,1	-74,2

La déclinaison de l'observation de Toulouse, octobre 22, a été augmentée de 1', erreur de l'étoile de comparaison.

La comparaison des observations qui précèdent nous a fourni le moyen de former 6 lieux normaux rapportés à l'équinoxe moyen de la date.

	1887.	R.	(Q).
		^h ^m ^s	
I	OCTOBRE 12,5.....	1.13.19,83	+11.59.13,7
II	15,5.....	1.10.28,73	+11.37.43,7
III	18,5.....	1. 7.41,80	+11.15.52,4
IV	21,5.....	1. 5. 1,53	+10.54. 4,4
V	27,0.....	1. 0.34,39	+10.15.24,7
VI	NOVEMBRE 16,5.....	0.51.25,15	+ 8.28.51,2

comprenant les observations

Pour le	I	du 11 au 13 octobre.....	3 observations
»	II	14 16.....	13 »
»	III	17 19.....	6 »
»	IV	20 23.....	10 »
»	V	26 27.....	3 »
»	VI	13 16 novembre....	3 »

Au moyen des lieux normaux I, V et VI, nous avons déterminé les nouveaux éléments ci-après :

Époque.	T = 1887, octobre 27,0.
Anomalie moyenne.....	M = 40. 3.54,3
Longitude du périhélie.....	π = 333. 3.28,0
Longitude du nœud ascendant...	Ω = 254.27.15,8
Inclinaison.....	i = 2.21.29,7
Excentricité $e = \sin \varphi$	φ = 8.33. 5,0
Moyen mouvement diurne.....	μ = 1089",80
Log demi grand axe.....	$\log a$ = 0,3417726

} Équin. et éclip.
moy. 1887,0.

La comparaison des lieux normaux avec les positions déduites de ces éléments laisse subsister les écarts suivants, donnés dans le sens observation—calcul :

		$\cos \delta \, dR.$	$d(D).$
I OCTOBRE	12,5.....	-0,3	-0,1
II	15,5.....	+0,7	+1,9
III	18,5.....	+1,9	+1,2
IV	21,5.....	-1,6	-0,6
V	27,5.....	0,0	-0,1
VI NOVEMBRE	16,5.....	0,0	+0,1

REVUE DES PUBLICATIONS ASTRONOMIQUES.

BRUNS (H.). — UEBER DIE INTEGRALE DES VIELKÖRPER-PROBLEMS (*Berichte der K. Sachs. Ges. der Wiss.*, 1887.)

Les intégrales connues du problème des n corps (intégrales du centre de gravité, des aires et des forces vives) ont cette propriété caractéristique, qu'elles ne renferment que des combinaisons algébriques des coordonnées et des vitesses. L'insuccès de tous les efforts qui ont été faits pour découvrir d'autres intégrales semblerait prouver que le cycle des intégrales algébriques du problème est désormais complet ⁽¹⁾. C'est en effet la conclusion à laquelle arrive M. H. Bruns dans deux Mémoires, communiqués, au commencement de l'année, à la Société royale des Sciences de Saxe.

D'après ses recherches, il n'existe pas d'intégrales algébriques du problème des n corps en dehors des combinaisons déjà connues; soit qu'on

⁽¹⁾ Dans le cas de $n = 2$, il existe cependant une autre intégrale algébrique : c'est celle du rayon vecteur.

suppose que le temps n'y entre pas d'une manière explicite, soit qu'on l'admette au nombre des variables, les intégrales qui manquent sont toutes de nature transcendante. M. Bruns pense même avoir démontré l'impossibilité d'obtenir d'autres intégrales par des quadratures à différentielles algébriques (quadratures abéliennes). Mais ses raisonnements reposent sur des considérations d'une nature subtile et délicate, qu'il serait trop long de reproduire, et qui ne nous paraissent guère susceptibles d'être résumées.

R. R.

Pickering (E.-C.). — Nouvelle forme de construction des objectifs destinés à la photographie des étoiles.

L'intérêt qu'on prend maintenant à la photographie des étoiles rend désirable que les objectifs des lunettes ordinairement employés pour l'observation directe puissent servir aussi à la photographie. Dans le système actuel de construction des réfracteurs, la correction pour l'aberration chromatique au moyen de la lentille de flint est trop grande pour donner des images photographiques convenables. La méthode pour adapter une telle lunette aux usages photographiques qui a été employée par M. Rutherford, et plus récemment dans le cas de la grande lunette de l'observatoire Lick, consiste à ajouter une lentille convexe à long foyer quand on veut prendre des photographies. L'objection à cette méthode est la dépense de la lentille additionnelle et l'introduction de nouvelles surfaces.

Un autre moyen d'éviter la correction excessive pour l'aberration chromatique est de séparer les lentilles de flint et de crown, et de placer le flint plus près de l'oculaire. Mais, tandis que la correction de dispersion devient satisfaisante, l'aberration sphérique est seulement en partie corrigée, la longueur focale de la partie centrale de l'objectif étant plus grande que celle des portions excentriques. Cette difficulté, cependant, peut être surmontée en donnant des courbures convenables aux deux surfaces de la lentille de crown, et en la renversant quand les lentilles sont séparées. [Dans une des dernières séances de la Société royale astronomique, M. Grubb faisait part d'une combinaison à rapprocher de celle de M. Pickering (*Bulletin*, IV, p. 400).]

Dans un objectif de cette construction, lorsqu'on s'en sert pour l'observation directe, les deux lentilles sont en contact, la face la plus convexe du crown touchant le flint. Pour la photographie, les lentilles sont séparées, et la face la plus convexe de la lentille de crown est tournée en dehors. Pour voir si ce système de construction pouvait être adopté dans le cas de grands objectifs, un petit objectif fut d'abord fait sur le nouveau plan par MM. Alvan Clark et fils.

L'expérience ayant réussi, les mêmes artistes construisirent un objectif de 0^m,33 d'ouverture et de 4^m,60 environ de distance focale. A l'épreuve, on trouve que les images formées par cet objectif sont excellentes quand l'instrument est employé pour les observations directes, et que les images photographiques sont également bonnes lorsque les lentilles sont séparées de 0^m,08 et la lentille de crown renversée. (*Nature*, n° 937.)

THE OBSERVATORY.

T. X, novembre 1887.

Réunion de la Société astronomique de Liverpool.

Dans cette première séance, qui inaugure la septième session, le président, M. Denning, a parlé de l'état florissant de la Société.

Todd (David P.). — L'éclipse totale du 19 août, au Japon.

M. Todd donne de nombreux détails sur l'expédition américaine, faite aux frais de l'Académie des Sciences de Washington. M. Newcomb en avait tracé le programme, et MM. Pickering avaient préparé des observations sur la Couronne solaire. Le mauvais temps a tout empêché. Le Rapport détaillé que doit publier M. Todd sera uniquement consacré à la description des instruments.

*Denning (W.-F.). — Notes sur les météores.**Elger (T.-G.). — Notes sélénographiques.*

Correspondance et Notes.

Spitta (E.-J.). — Le photomètre à prisme de M. Pritchard.

Les indications de M. Spitta, qui a fait un usage fréquent du photomètre de M. Pritchard pendant trois années, concernent :

1° *Sa construction.* — Pour éviter la difficulté signalée par M. Young d'appliquer l'œil tout près de la plaque du prisme (*Bulletin*, IV, p. 437) M. Spitta a fait ajouter un petit tube muni d'un œilleton. De plus, pour faciliter l'observation directe des objets sans changer la lecture de l'échelle, tout le prisme et sa monture sont mobiles autour d'une charnière. Ces changements et l'emploi d'un oculaire spécial à occultation pour isoler les objets dans le champ, sont recommandés par M. Spitta.

2° *L'usage de l'instrument.* — Il faut une pratique prolongée pour que l'œil se maintienne bien devant l'œilleton (même avec l'instrument mo-

difié) et ne glisse pas devant lui, ce qui ôterait toute valeur à l'observation.

Un apprentissage est encore nécessaire pour les extinctions. M. Spitta montre, par la comparaison de ses nombres avec ceux de MM. Plummer et Jenkins, assistants de M. Pritchard à l'observatoire d'Oxford, que les mesures se font dans de bonnes conditions après quelques mois d'exercice.

Tebbutt (John). — (O Σ) 256.

L'occultation de cette étoile double, le 22 août 1887, indique l'étoile précédente comme la plus brillante, tandis que le *Manuel des étoiles doubles* de MM. Crossley, Gledhill et Wilson parle de cette composante comme étant le compagnon. Il est probable qu'une des composantes est variable.

Zenger (Ch.-V.), Monck (W.-H.-S.). — Les périodes des planètes et des satellites.

M. Zenger a voulu représenter les durées des révolutions des planètes par des multiples de la demi-révolution du Soleil. Mais il ne paraît pas y avoir de loi caractérisée, ainsi que le remarquent les éditeurs et M. Monck (dans le numéro de décembre).

Espin (Rév. T.-E.). — Nouvelles étoiles variables.

	Étoiles (1883,0).		Époque et Période.		Limites de var.
	^h	^m			
V Cassiopée.....	0.39,6	+47.38	1888 mai	1; 260 $\pm$	8,5 — 14,0
* Taureau.....	4.21,3	+15.51	1888 mars	17; 360 $\pm$	8,2 — 13,0
* Aigle.....	18.32,5	+ 8.44	1888 févr.	18; 310 $\pm$	6,5 — 9,0
* Cygne.....	19.58,3	+49.44			7,1 — 14,0

La position de l'étoile comprise dans le Cygne est donnée pour 1887,0 (Dun-Echt, Circulaire n° 143).

L'étoile du Taureau a le n° 394 dans la liste de Vogel (*Observations de Potsdam*, t. II).

Étoiles doubles australes : α Centaure et γ Couronne boréale.

Comparaison des mesures obtenues à Sydney (*Monthly Notices*, numéro de juin) avec les éphémérides de MM. Downing et Powell pour α Centaure et de M. Gore pour γ Couronne.

Les observations ne permettent pas encore de décider entre les deux valeurs 76 et 87 ans, données par les deux premiers auteurs pour la période de α Centaure. Quant à γ Couronne, on a pour 1886,5, dans le sens observation calcul : $\delta p = +3^{\circ},9$, $\delta s = +0^{\circ},32$. Il serait utile que les mesures de cette étoile fussent poursuivies.

Mort de M. Joseph Baxendell.

M. Baxendell, né en 1815, est l'auteur de travaux estimés en Astro-

nomie et en Météorologie. Observateur infatigable, on lui doit la découverte de 18 étoiles variables ou temporaires. En 1884, il fut élu membre de la Société royale. Sa mort est arrivée le 7 octobre.

THE SIDEREAL MESSENGER.

Novembre 1887.

Hall(Asaph). — Sur la suppression des observations discordantes.

M. Asaph Hall examine quelques critères pour rejeter les observations douteuses.

Critérium de Peirce. — Après avoir dit que la méthode de Peirce, sur laquelle on pourra consulter l'article de M. Radau (*Bulletin*, IV, p. 386), n'a été employée avec suite que par M. C.-A. Schott, chef des calculs du Bureau géodésique américain, M. Hall examine les deux applications qui servent d'exemples; il s'agit du diamètre de Vénus mesuré, d'une part, avec le cercle mural de l'observatoire naval, d'autre part, avec le cercle méridien. La règle de Peirce indiquerait, contrairement aux faits établis, une plus grande précision dans le cas du cercle méridien.

Critérium de Stone. — Il consiste à rejeter les observations qui s'écartent de la moyenne de plus de cinq fois l'erreur probable d'une observation (*Monthly Notices*, t. XXVIII, p. 165). D'après la méthode des moindres carrés, il paraît qu'une seule observation sur mille peut fournir un résidu dépassant cinq fois l'erreur probable. Encore est-ce un fait bien connu que, dans les observations un peu délicates ou compliquées, des résidus de 2",5 sont possibles, alors que l'erreur probable est d'environ 0",5, témoin les observations méridiennes du Soleil.

Méthode de De Morgan. — Cette méthode, que M. Hall avoue ne pas connaître dans le détail, diminuerait le poids des observations discordantes et les supprimerait indirectement.

Outre ces critères, deux autres méthodes ont été proposées pour servir à la discussion des observations. La première consiste dans l'adoption d'une autre loi des erreurs, telle que celle de Laplace dans ses premières recherches; mais on sait que Laplace n'a pas tardé à lui préférer la loi connue.

Une autre méthode consiste à supposer variable dans une certaine mesure le *module de précision*, comme ont fait récemment MM. Newcomb et Lehmann-Filhès (*Bulletin*, IV, p. 384); mais M. Hall objecte qu'il est difficile de fixer les périodes pendant lesquelles le module de précision conserve la même valeur. Somme toute, le jugement d'un observateur exercé paraît préférable à une règle stricte. Il peut se pré-

senter des observations discordantes; alors il faut scruter la cause du désaccord. Dans tous les cas, la méthode des moindres carrés n'a pas pour but de transformer en bonnes observations des observations médiocres; elle fournit les meilleurs résultats pour les données dont on dispose.

L'éditeur. — Le nouveau cercle méridien de l'observatoire du Collège de Carleton.

Cet instrument, conforme au type adopté par MM. Repsold, a 0^m, 12 d'ouverture. Placé entre les mains du Dr H.-C. Wilson, il sera employé à observer des étoiles de comparaison et une liste spéciale d'étoiles pour les opérations géodésiques.

Comstock (G.-C.). — Une nouvelle manière de déterminer les constantes de la réfraction et de l'aberration.

L'auteur expose avec détail les nouvelles méthodes de M. Læwy. A la fin de l'article, M. Comstock, directeur de l'observatoire Washburn, se montre désireux de les mettre en expérience.

Nous pouvons dire que MM. Læwy et P. Puiseux ont déjà fait quelques séries de mesures à l'observatoire de Paris. Les images sont bonnes et le succès de la méthode ne fait pas doute.

Notes de l'éditeur.

M. Schaeberle, de l'observatoire d'Ann Arbor, et M. E.-E. Barnard, de Nashville, doivent remplir les fonctions d'astronomes au grand observatoire Lick du mont Hamilton.

L'observatoire Dearborn, de la Société astronomique de Chicago, sera transporté à Evanston, à quelques milles de Chicago. La Société de Chicago conservera la possession des principaux instruments; leur établissement ainsi que les accessoires seront à la charge de l'Université du Nord-Ouest, à Evanston. Le Professeur Hough ne cesse pas d'être directeur.

Un grand observatoire astronomique va être joint à la « Lake Forest University », le gouverneur Ross, président du Conseil de l'Université, ayant assuré les fonds.

Un nouvel observatoire a été établi au Collège Smith, Northampton (Mass.), et miss Mary-E. Byrd, assistante à l'observatoire du Collège de Carleton, a été nommée directrice.

L'observatoire du Collège de Carleton va être organisé complètement. Il a été parlé plus haut du cercle méridien de Repsold. Un équatorial de 0^m, 21, de Clark, auquel une lentille de correction pour la photographie peut être ajoutée, est sans doute en place maintenant.

M. Grinnel, le fondateur de la ville de Grinnel (Iowa), vient de donner les fonds nécessaires pour édifier un observatoire attaché au Collège d'Iowa. Les travaux sont activement poussés.

La place de directeur de l'observatoire Washburn a été donnée à M. G.-C. Comstock, et M. Asaph Hall jouera le rôle de directeur consultant.

M. Charles-H. Rockwell, de Tarrytown (N. Y.), s'occupe d'une question intéressante. Des astronomes, comptant sur la précision de l'*almucantar* pour les déterminations de latitude, ont demandé à M. Rockwell d'employer son instrument à l'observation de la Lune au périégée et à l'apogée, afin de voir si quelque différence systématique existait dans les déterminations de latitude à ces deux époques. M. Rockwell compte faire des observations suivies pendant deux années.

THE ASTRONOMICAL JOURNAL.

n° 160-163.

Rogers (W.-A.). — Détermination des coefficients de dilatation des plaques photographiques de Cordoba.

On trouve pour un décimètre un allongement de $0^{\mu},23$, par degré centigrade; μ indique le millième de millimètre ou *micron*.

Lewis Boss. — Variabilité de l'étoile DM 3°, 766.

Elle appartient à la classe des étoiles temporaires ou des variables à longue période.

Maxwell Reed (W.). — Observations de l'étoile variable ζ Gémeaux.

Chandler (S.-C.). — Sur l'étoile variable U Ophiuchus.

M. Chandler a déterminé le premier la véritable période de cette étoile qui, parmi toutes les variables, a la période la plus courte et les variations de lumière les plus rapides. Toutes les observations de cette étoile sont rassemblées et soumises à une discussion. Une observation de Schjellerup, de 1863, a une valeur spéciale pour déterminer la période. Il y a aussi une série d'évaluations faites à Cordoba en 1871-1872.

L'ensemble des mesures conduit à la formule suivante, où il entre un terme séculaire; E représente le nombre de jours à partir de l'époque :

$$1884 \text{ janv. } 1, \quad 0^{\text{h}} 54^{\text{m}} 43^{\text{s}}, 6 \text{ (t. m. de Paris)} \\ + 20^{\text{h}} 7^{\text{m}} 41^{\text{s}}, 6 (E - 1070) - 0^{\text{s}}, 0002 E^2.$$

Sawyer (E.-F.). — Sur la période de Y Cygne, du type d'Algol.

La période fixée par M. Chandler à $21^{\text{h}} 23^{\text{m}} 56^{\text{s}},0$ (*Bulletin*, IV, p. 123) doit être dédoublée.

Searle (G.-M.). — Rapprochement de la comète d'Olbers et de Mars.

A la fin de juillet 1887.

Chandler (S.-C.). — Sur les variations de lumière de U Ophiuchus.

Cette étude a mis en évidence un retard singulier dans l'augmentation d'éclat, une demi-heure environ après l'époque du minimum. M. Chandler a constaté ce fait alors qu'il ne savait pas qu'une anomalie semblable avait été notée par M. Schönfeld dans la courbe de S Écrevisse et parfois aussi dans celle d'Algol.

L'importance qu'il y a à établir la vraie nature de cette anomalie est manifeste; car la démonstration de sa réalité serait fatale à l'hypothèse des éclipses qui paraît jusqu'à présent la plus vraisemblable pour les étoiles du type d'Algol.

M. Chandler publie, dans le même n° 162, des Éphémérides de U Ophiuchus, Y Cygne et R Grand Chien.

Searle (G.-M.). — Une méthode pour calculer une orbite d'après trois observations.

Cette méthode est spécialement applicable au cas des orbites cométaires. On peut passer de la première supposition d'une orbite parabolique à celle d'une orbite elliptique. L'auteur ne donne aucune comparaison avec les méthodes qui ont le même objet, et il eût été utile cependant d'être renseigné à cet égard.

Stockwell (J.-N.). — Sur les inégalités à longue période dans le mouvement de la Lune provenant de l'action de Vénus.

M. Stockwell trouverait que l'inégalité de $15''$ trouvée par Hansen et vérifiée par Delaunay au moyen d'une méthode certainement différente de celle de Hansen (Additions à la *Connaissance des Temps* pour 1862) est insensible.

On a rarement vu, à propos d'une question, plus de confusion que dans le cas de ces inégalités de la Lune provenant des planètes.

Chandler (S.-C.). — Sur les deux nouvelles variables du type d'Algol, Y Cygne et R Grand Chien.

Le Tableau suivant renferme les éléments des deux variables :

Étoiles (1875, o). Y Cygne	$20^h 46^m, 3 + 34^s 7'$	R Gr. Chien	$7^h 13^m, 8 - 16^s 10'$
Époque (t. m. Green.) 1886 Déc. 9,	$11^h 14^m, 5$	1887 Mars 26,	$14^h 58^m, 5$
Période	$1^j 11^h 56^m 48^s$		$1^j 3^h 15^m 55^s$
Grandeur maximum	$7^m 1$		$5^m 9$
Grandeur minimum	$7^m 9$		$6^m 7$
Période croissante	4^h		$2^h 5$
Période décroissante	4^h		$2^h 5$
Éclat stationnaire maximum ...	28^h		22^h

M. Gould a fait réimprimer un article de M. S.-C. Chandler dans *Science Observer*, février et mars 1878, *Sur les méthodes d'observation des étoiles variables*. Cette petite brochure, d'une quinzaine de pages, se recommande d'elle-même à l'attention des observateurs. Il y a là, nous avons eu occasion de le dire, un champ d'études qui n'exigent pas d'instruments; et leur portée est évidente, témoin les remarques émises plus haut par M. Chandler au sujet d'Algol.

Il faut espérer que le moment va venir où l'étude des étoiles variables sera poursuivie en France. O. C.

· ASTRONOMISCHE NACHRICHTEN, n° 2812-2816.

Berberich. — La comète de 1672.

Quelques-unes des comètes de la seconde moitié du XVII^e siècle ont été, dans ces derniers temps, l'objet de recherches nouvelles. M. Berberich, à son tour, vient de consacrer une étude spéciale à la comète de 1672, dont les éléments offrent une vague ressemblance avec ceux de la comète de Pons (1812-1884). Découverte par Hévélius, le 6 mars 1672, elle a été suivie par cet observateur jusqu'au 21 avril; il y a aussi des observations de Cassini, mais elles sont d'une qualité inférieure. M. Berberich n'a pu employer que celles d'Hévélius, contenues dans le tome II de sa *Machina cœlestis*. Ce sont des distances de la comète aux étoiles voisines, mesurées à l'aide d'un sextant (sans lunette); Hévélius a pu continuer ces mesures jusqu'au 6 avril; le 21, il s'est contenté de prendre quelques alignements. M. Berberich, après avoir réduit toutes ces observations avec le plus grand soin, en a tiré six positions normales, qui lui ont donné les éléments suivants :

T = 1672. Mars 1, 44670, Greenw.

ω	$109.33,54$	Équin. moy. 1672,0
Ω	$298. 6,50$	
i	$82.56,75$	
$\log q$	$9,842271$	

Berberich. — Sur un moyen d'apercevoir en plein jour des comètes voisines du Soleil.

Les comètes 1882 I et II, remarquables par la petitesse de leur distance périhélie, ont encore offert cette particularité curieuse, qu'aux moments où elles se trouvaient très près du Soleil, leurs spectres étaient remplacés par les raies du sodium. Suivant une remarque de M. Hasselberg, il suffisait alors d'ouvrir un peu la fente du spectroscopie pour voir avec une grande netteté tous les détails de la tête, colorés en jaune. M. Berberich pense qu'il y aurait là un précieux moyen d'observer en plein jour des comètes très voisines du Soleil et noyées dans ses rayons.

Galle (A.). — Conjonction physique des planètes (5) Astrée et (8) Flore, au mois de septembre 1888.

Le rapprochement très curieux de ces deux planètes, qui, d'après M. de Littrow, doit avoir lieu au mois de septembre prochain, méritait d'être rappelé aux observateurs de bonne volonté. M. A. Galle a repris le calcul de la conjonction à l'aide de données nouvelles, et il trouve que la plus courte distance des orbites peut descendre à 0,0064; cependant, les deux astres ne pouvant arriver au lieu du rendez-vous qu'à quatre jours d'intervalle, leur proximité sera sans doute, en réalité, beaucoup moins prononcée.

Wolf (Max). — Oculaire astrophotographique.

M. Wolf décrit sommairement un dispositif qui permet de convertir rapidement une lunette ordinaire en lunette photographique, et de la faire servir tour à tour, sans trop de gêne, à la photographie et à l'observation directe des astres.

Berberich. — Occultations d'étoiles par les planètes.

M. Winnecke, ayant observé avec succès, le 14 mars 1881, l'occultation d'une étoile de 9^e grandeur par la planète Vénus, a cru devoir recommander ce genre d'observations en vue de la détermination de la parallaxe et du diamètre de la planète. Il se proposait de publier à l'avance les éléments des occultations qui méritaient d'être observées. Cette publication n'a pas eu lieu, et M. Berberich, qui avait été associé aux calculs en question, les a repris pour son compte, en les étendant à d'autres planètes (Mars, Jupiter, Saturne). Il commence par développer les for-

mules qui conviennent aux différents cas qui pourront se présenter, et il donne ensuite les éléments des occultations observables dans le cours de l'année 1888. Ces observations seront utiles surtout pour la détermination des diamètres planétaires. On pourrait aussi obtenir de bonnes positions des satellites par des comparaisons micrométriques avec les étoiles occultées.

Kreutz. — Nombres auxiliaires, servant au calcul de la précession d'après Struve, pour une série d'époques souvent employées.

Schur. — Fixation de l'extrémité sud de la triangulation de Gauss à l'observatoire de Göttingue.

L'extrémité sud de la triangulation hanovrienne coïncide avec le centre du cercle méridien de Reichenbach, établi à l'observatoire de Göttingue. Cet instrument devant être prochainement déplacé, en vue d'une installation plus commode, M. Schur a fait marquer avec soin, sur le socle des piliers, l'emplacement du point géodésique en question.

Thiele. — Notice nécrologique sur M. Schjellerup.

M. Schjellerup, qui depuis plus de trente ans remplissait la charge d'observateur à l'observatoire de Copenhague, est mort le 13 novembre dernier, après une courte maladie. Né en 1827, à Odense, il avait été d'abord apprenti horloger, puis élève de l'École Polytechnique de Copenhague; il était attaché à l'observatoire depuis 1851. Les astronomes connaissent ses Catalogues d'étoiles, ses recherches sur les mouvements propres, ses calculs d'orbites. Il possédait l'arabe et le chinois, et avait publié une étude sur le Catalogue d'Oloug-Beg.

Vogel (H.-C.). — Sur l'action isolante de diverses substances à l'égard de la chaleur rayonnante.

Les expériences qui ont été poursuivies à Potsdam, avec un levier horizontal très sensible, ont fourni l'occasion d'étudier l'efficacité relative des écrans de nature diverse dont on fait usage lorsqu'il s'agit de protéger un appareil contre l'action de la chaleur rayonnante. Les résultats, assez inattendus, de cette étude expérimentale des écrans ont été publiés par M. J. Scheiner dans un recueil technique (*Zeitschrift für Instrumenten Kunde*). On a examiné, sous ce rapport, une série de mauvais conducteurs : ardoise, argile, bois blanc, ébonite (caoutchouc durci), feutre, carton, etc., puis les métaux usuels : étain, plomb, cuivre, laiton.

fer, sous diverses formes. Des plaques de ces substances étant exposées au rayonnement d'une lampe de Locatelli, jusqu'au moment où l'aiguille du galvanomètre d'une pile thermo-électrique, abritée derrière l'écran, devenait stationnaire, il s'est trouvé que les mauvais conducteurs constituaient des écrans assez imparfaits, tandis que les métaux polis, au contraire, étaient d'une efficacité remarquable : l'épaisseur des feuilles, qui variait de 0^{mm},02 à 2^{mm},5, était ici sans influence sur le résultat. On a obtenu de bons effets avec les métaux en feuilles lisses : feuilles d'étain ou de plomb, de cuivre, de laiton, de fer-blanc, etc. La tôle de fer noire protège mal contre la chaleur; il en est de même de tous les métaux dépolis, vernis ou couverts d'une couche de peinture. Les écrans les plus parfaits sont fournis par un assemblage de feuilles métalliques lisses entre lesquelles on laisse assez d'intervalle pour que l'air puisse circuler. Il faut, pour bien comprendre l'effet de ces écrans, se figurer que les parois métalliques s'échauffent d'abord en absorbant les rayons incidents, pour rayonner ensuite, à leur tour, par la face opposée.

Quelques chiffres permettront de se faire une idée des différences qui existent entre les divers écrans. Le rayonnement direct de la lampe de Locatelli produisait une élévation de température de 30° C. L'interposition de quelques-unes des substances expérimentées la réduisait dans les proportions suivantes :

Écran.	Épaisseur.	Élér. de temp.
	mm	°
Verre.....	3,3	10,9 C.
Ébonite.....	5,0	8,7
Bois blanc.....	5,9	6,6
Feutre.....	7,5	4,9
Laiton.....	0,2 à 0,4	1,0
Étain.....	0,02	0,7
Plomb.....	0,08	0,7
Écran double en fer-blanc.....	....	0,2

On voit que l'écran double, où l'air circule, est à peu près imperméable à la chaleur. L'épaisseur des écrans n'a presque pas d'influence sur le résultat; en l'augmentant, on ne fait que retarder l'effet final. Il faut cependant ajouter qu'il n'en est plus de même lorsqu'il s'agit de protéger un instrument contre les variations de température du milieu ambiant; dans ce cas, l'épaisseur de l'enveloppe n'est pas à négliger. Pour isoler efficacement une pendule, par exemple, on pourra se servir d'une boîte à parois épaisses de bois, doublé de feutre ou de fer-blanc. Les fondations des piliers devront être entourées d'une couche épaisse d'un mauvais conducteur, puis encore, au besoin, d'une chemise de métal. Les piliers qui portent les instruments pourront être protégés par un double

revêtement de fer-blanc. Les revêtements de bois ou de feutre auxquels on a recours assez souvent sont plutôt nuisibles, parce que, une fois échauffés, ils retiennent la chaleur et deviennent ainsi une cause de perturbations locales. Les chiffres cités plus haut montrent aussi combien le verre et l'ébonite sont impropres à servir d'écrans.

Hilfiker. — Variations de l'équation personnelle dans les observations méridiennes.

M. Hilfiker s'est attaché à étudier les variations de l'équation personnelle que représente l'écart entre ses observations méridiennes, effectuées tour à tour par l'ancienne méthode et par le moyen d'un appareil enregistreur. Cet écart a été obtenu tantôt par la comparaison de déterminations complètes de l'heure, exécutées par les deux méthodes, tantôt en observant le passage de la même étoile, aux premiers fils par l'une, et aux derniers par l'autre méthode (le cercle méridien de Neuchâtel est muni de 21 fils). On a tenu compte, dans ces comparaisons, de la différence de phase des secondes perçues par l'oreille et enregistrées (différence connue sous le nom de *parallaxe des ressorts*); elle était déterminée directement, chaque jour, par une série de signaux. De 1883 à 1887, elle varie entre $-0^s,04$ et $+0^s,15$. L'équation personnelle de M. Hilfiker (c'est-à-dire l'écart entre les résultats des deux méthodes d'observation), qui est d'environ $+0^s,08$ en 1883 et en 1884, descend à $+0^s,05$ en 1885, et à $+0^s,02$ en 1887; la moyenne est $+0^s,06$. Les variations sont encore plus sensibles d'un jour à l'autre.

Espin. — Variables irrégulières.

M. Espin signale une nouvelle classe de variables, dont l'éclat varie d'une manière tout à fait irrégulière. Elles appartiennent au type IV.

Bryant (Robert). — Errata de divers Catalogues d'étoiles.

Hertz (Norbert). — Notice sur l'observatoire fondé par M. de Kuffner à Vienne-Ottakring.

Commencée en 1884, la construction de l'observatoire de M. de Kuffner était à peu près terminée en 1886; vers la fin de l'année, on a pu faire les premières observations méridiennes, et le réfracteur n'a pas tardé à fonctionner à son tour. C'est la maison Repsold qui a fourni le réfracteur aussi bien que le cercle méridien; les objectifs des deux instruments ont respectivement $0^m,27$ et $0^m,12$ d'ouverture. On y joindra plus tard

un cercle qui sera établi dans le premier vertical. Le nouvel observatoire, qui a été construit d'après les plans de M. Herz, ne laisse rien à désirer sous le rapport de l'outillage, et il est permis d'espérer qu'entre les mains de l'astronome éminent qui le dirige cet établissement prendra vite un brillant essor.

Herz (N.). — Formules relatives au calcul des perturbations.

M. Herz part d'un système du 5^e ordre où figurent les variables r , v , π , Q , tandis que l'inclinaison i est supposée constante. L'introduction de la vitesse aréolaire $f = r^2 \frac{dv}{dt}$, remplacée à son tour par la variable $\varphi = \sqrt{e}.f$, conduit alors à des quadratures qui fournissent π et φ , l'anomalie vraie v étant prise pour variable indépendante.

Ginzel. — Sur la plus grande phase qui, lors de l'arrivée d'une éclipse de Soleil, puisse encore être vue à l'œil nu.

La question soulevée par M. Ginzel a une certaine importance pour la vérification des dates et la fixation des chronologies. Plus d'une fois, des historiens ont échafaudé des conjectures fantaisistes sur la coïncidence d'un événement avec une éclipse qui, vérification faite, ne pouvait avoir été visible à l'œil nu. En rapprochant les témoignages relatifs à une série d'éclipses totales du moyen âge, et notamment ceux d'observateurs éloignés de la ligne centrale, M. Ginzel arrive à cette conclusion, que les éclipses ont été généralement remarquées quand la phase dépassait 9 doigts; la plus petite phase, encore visible à l'œil nu, ne peut être supposée inférieure à 7 doigts (0,60), à moins que le Soleil n'ait été très près de l'horizon. C'est le cas de l'éclipse partielle du 17 août 882, qui a été aperçue à Bagdad au moment du coucher du Soleil, quand la phase dépassait à peine 2 doigts. Les renseignements fournis à cet égard par des observateurs modernes sont assez rares : il ne semble pas que, même prévenu, un observateur puisse aisément constater à l'œil nu une éclipse inférieure à 6 doigts.

Bauschinger. — Observation de l'éclipse de Lune du 3 août 1887.

Franz. — Observations de l'étoile nouvelle d'Andromède (1885).

M. Franz avait entrepris des mesures micrométriques dans l'espoir de déterminer la parallaxe de cette étoile, qui fait partie de la nébuleuse d'Andromède; mais ces mesures n'ont pu être continuées assez longtemps pour fournir une parallaxe digne de confiance.

Lindemann. — Sur les grandeurs adoptées dans les Catalogues de Bonn.

De 1871 à 1883, M. Lindemann a exécuté, à Poulkova, une série de mesures photométriques de 434 étoiles, choisies avec soin dans les Catalogues de Bonn (*Durchmusterung*), de manière à former des groupes d'une composition très variée. Les observations ont été effectuées avec un photomètre de Zöllner, adapté à une lunette de 5^p. En y joignant celles de Rosén, qui s'accordent parfaitement avec les siennes, M. Lindemann trouve, en moyenne, 0,378 pour le rapport logarithmique de deux classes voisines; mais les valeurs fournies par les classes successives, depuis la 3^e jusqu'à la 9^e, varient entre 0,291 et 0,437. Il semble qu'on puisse adopter 0,300 pour les étoiles visibles à l'œil nu, et 0,400, en nombre rond, pour les étoiles télescopiques.

R. R.

VARIÉTÉS.

HISTOIRE DES OBSERVATOIRES DE L'ÉCOLE MILITAIRE;

PAR M. G. BIGOURDAN.

[*Suite et fin* (1).]

Troisième Observatoire.

(OBSERVATOIRE DE LALANDE.)

Le nouvel observatoire, dont il n'est resté aucune description, fut bâti 17 toises au nord du précédent, 15 toises à l'ouest et terminé en 1788; le quart de cercle de Bergeret y fut placé bientôt après, et Lalande neveu commença les observations de petites étoiles, mais non sans quelques difficultés, car il partageait l'observatoire avec Prévost (2). En 1790, ce dernier ayant, au dire de

(1) Voir le *Bulletin*, t. IV, p. 497.

(2) Il avait déterminé, par les mouvements propres d'étoiles, la direction du mouvement de translation du système solaire. Il avait imaginé et fait construire le transporteur employé pour retourner le mural; mais Lalande ne le cite même pas en décrivant ce transporteur dans la préface de l'*Histoire celeste* (p. viij).

J. Lalande, « dérangé l'objectif de la lunette et emporté l'oculaire pour interrompre le cours de nos observations », celui-ci se fit nommer seul directeur (5 févr. 1791). « Dès que je fus nommé directeur de l'observatoire, dit-il, je m'occupai de solliciter des instruments, des réparations, une bibliothèque; et les comités de gouvernement me secondèrent dans tous les genres. L'agence des domaines nationaux, et en particulier les C^{ens} Reneçon et Duchatel, se prêtèrent aux besoins de l'astronomie avec un empressement et un zèle dignes d'administrateurs éclairés, en nous donnant, à l'École militaire, près de l'observatoire, tous les logements dont nous avions besoin. » (*Hist. Astr.*, p. 759).

Il confia cet observatoire à Michel-Jean-Jérôme Le François, né à Courey, près de Coutances, le 21 avril 1766. Son grand-père était frère de Pierre Le François, père de Jérôme de Lalande. Michel était donc le neveu (à la mode de Bretagne) de Jérôme, qui l'adopta, et dont il prit le nom. Sa première observation fut celle de l'éclipse de Lune du 20 mars 1783.

Pour déterminer l'erreur du mural en ascension droite, on employa d'abord une lunette méridienne qui venait de Bergeret et qui fut remplacée, en mars 1790, par une autre, construite par Lenoir. L'axe de rotation de celle-ci avait 34 pouces de long; l'objectif, fait par Lerebours, avait 4 pieds de foyer et 32 lignes d'ouverture, comme l'objectif du mural. Cette lunette méridienne était éclairée par l'axe; elle avait 5 fils que l'oculaire parcourait successivement. Elle fut remplacée à son tour, en septembre 1798, par une autre construite aussi par Lenoir et dont l'axe avait 3 pieds; l'objectif, fait par Caroché, avait 44 pouces de foyer et 3 $\frac{1}{2}$ pouces d'ouverture.

Outre ces instruments, l'observatoire de l'École militaire avait deux pendules, une pour le quart de cercle et l'autre pour la lunette méridienne; une lunette montée parallactiquement, qui fut changée à diverses reprises, et (à partir de 1796) un cercle entier de Lenoir, décrit par de Bissy (*Conn. des Temps* pour l'an VI, p. 361).

D'après diverses notes manuscrites de J. Lalande, la lunette méridienne était à un étage plus élevé que celui du quart de cercle. Elle était placée sur un mur à fondations profondes, fortifié par un escalier tournant, et dont la partie supérieure, de forme elliptique, avait 4 pieds 8 pouces de long sur 2 pieds 2 pouces de large. En

outre, les supports de la première lunette méridienne étaient reliés au toit; mais il n'en était plus ainsi pour la seconde.

Le mural fut tourné vers le Sud et installé au commencement de 1789; il était prêt pour observer Mercure aphélie en janvier de cette année. Durant la première partie de l'année 1789, le ciel fut très défavorable et les observations de zones ne furent commencées que le 5 août. Lalande neveu, assisté par Ungeschick, observa alors vers le Sud plusieurs zones de 4° de large en déclinaison, parce que le plan du travail n'était pas encore arrêté; ces premières séries, qui furent refaites dans la suite, n'ont pas été publiées. Comme d'Agelet avait observé toutes ses étoiles entre le zénith et l'horizon Sud, le 17 août le mural fut tourné vers le Nord et, jusqu'en septembre 1791, on observa par zones de 2° environ des étoiles circumpolaires. Les observations de cette période se trouvent dans les Ouvrages suivants :

10 août 1789-20 oct. 1789, *Mém. de l'Acad.*, 1789, p. 187-223;
 1^{er} nov. 1789-31 mars 1790, " 1790, p. 345-393;
 1^{er} avril 1790-26 juin 1791, *Hist. céleste*, p. 351-387.

Celles de ces observations qui sont imprimées dans les *Mémoires* ont été réduites et cataloguées par Fedorenko, qui, en y ajoutant quelques petites zones observées plus tard, a obtenu un total de 5012 positions se rapportant à 4013 étoiles. L'erreur probable des passages pour un seul fil est $\pm 0^s,131$ séc^Q. Pour les déclinaisons, l'erreur probable de chaque détermination est $\pm 1'',92$.

Le mural fut ensuite tourné vers le Sud (26 juin 1791), et alors commencèrent les observations qui remplissent la majeure partie de l'*Histoire céleste*. Elles furent faites aussi par zones de 2° et marchèrent d'abord lentement; en 1792, il y eut même interruption complète, parce que Lalande neveu alla prendre part à la mesure des triangles de la méridienne avec Delambre (¹); mais, à partir du milieu de 1793, le travail fut poussé avec ardeur, principalement jusqu'à la fin de 1798, époque où il ne restait plus que 2000 étoiles à

(¹) Le 10 août 1792, les portes de l'observatoire furent enfoncées par ceux qui poursuivaient les gardes suisses, et un quart de cercle fut faussé. Dans l'*Histoire de l'Astronomie*, p. 719, Lalande dit que ce fut le grand; mais ses notes manuscrites portent que ce fut le petit. Du 4 au 17 septembre 1793, l'observatoire fut sous scellés; « cela a fait manquer plusieurs belles nuits ».

déterminer : dans certaines soirées, on observait plus de 300 étoiles et celles de 200 sont assez nombreuses.

Quand le ciel n'était pas assez beau, on suspendait les observations de zones et l'on déterminait au mural des déclinaisons de belles étoiles. En outre, d'autres aides observaient avec la lunette méridienne les ascensions droites d'étoiles fondamentales, en vue de calculer la déviation du mural et de pouvoir conclure les ascensions droites des étoiles observées par zones.

Ces belles étoiles formaient deux Catalogues, souvent cités dans les manuscrits de l'*Histoire céleste* : le Catalogue *boréal* et le Catalogue *général*. Le Catalogue boréal renfermait 1000 étoiles, situées entre le zénith et le pôle, dont les hauteurs avaient été observées par Lalande neveu de 1789 à 1791, et dont les passages furent observés plus tard par le même Lalande et par divers assistants. Les positions conclues sont dans la *Connaissance des Temps* de l'an V (p. 202) et ont été employées pour déterminer les corrections instrumentales des zones observées dans la même région (*Hist. cél.*, p. xj et 578).

Le Catalogue *général* est souvent indiqué comme renfermant 3000 étoiles (quelquefois 2500). Voici son origine : le 28 juin 1791, Lalande fit commencer ⁽¹⁾ des observations pour rectifier les déclinaisons des étoiles de Lacaille, dont le Catalogue était reproduit tous les ans, depuis 1760 et sans changement, par la *Connaissance des Temps*. Aux étoiles de Lacaille, il en ajouta ensuite de Hévelius, de Flamsteed et de Mayer.

Dans la suite, on ne s'en tint pas aux déclinaisons seulement, mais beaucoup de ces étoiles furent observées aussi à la lunette méridienne. On s'occupa longtemps de ce Catalogue général, surtout jusque vers 1795; le 27 août 1801, on y travaillait encore. Il ne paraît pas que les observations originales qui ont servi à le former aient jamais été publiées, ni le Catalogue lui-même, du moins en entier. Sans doute, les étoiles principales que l'on trouve dans divers volumes de la *Connaissance des Temps* en consti-

(1) On n'observait d'abord que les déclinaisons, parce que Delambre, avec sa lunette méridienne, avait entrepris en 1790 de déterminer les corrections des mêmes étoiles en ascension droite. Delambre publia dans divers volumes de la *Connaissance des Temps* les ascensions droites corrigées, mais ses observations originales n'ont pas été publiées : elles sont au Bureau des Longitudes.

tuaient une partie. Dans le volume de 1810 (publié en 1808), par exemple, à propos du Catalogue de 600 étoiles principales, on dit (p. 3) que, depuis seize ans, Lalande neveu n'a cessé de le perfectionner par une longue suite d'observations (*).

On a souvent regretté que les indications données par J. Lalande laissent planer une grande obscurité sur l'arrangement des observations et sur la part qui revient à chacun dans cette vaste entreprise, l'une des plus importantes productions du XVIII^e siècle et une des plus glorieuses pour l'Astronomie française. Il est certain que J. Lalande n'a pris aucune part aux observations (**); mais, outre la conception du travail (dont on retrouve l'idée avant lui, par exemple chez ses maîtres Lacaille, Le Monnier, qui en commencèrent l'exécution), il eut le grand mérite de former et de diriger l'observateur et de créer tous les moyens. A l'origine surtout, les registres manuscrits montrent son intervention continuelle; on y trouve aussi parfois des notes bien étrangères aux observations; par exemple, le 11 août 1793, il écrit : « Je calcule l'erreur de mon quart de cercle pendant que l'on se tue aux Tuileries »; le 14 mai 1795, il fait remarquer qu'on a observé 200 étoiles, « malgré la disette de pain, qui inquiétait Le François »; et ailleurs : « En 1794 on était sous la hache, en 1795 on manquait de pain : cela n'a point empêché nos observations. »

Les observations de zones ont été faites presque toutes (au moins les $\frac{99}{100}$) par Lalande neveu. Les aides, qui changèrent souvent, écrivaient sous la dictée de l'observateur du quart de cercle ou observaient à la lunette méridienne.

A cause du fréquent changement d'assistant, il est probable que l'observateur faisait lui-même la lecture des hauteurs, sur la division en 90". Fedorenko dit (Introduction, p. ij) que, pour subdiviser les intervalles de 5', Lalande se servait du vernier; il est plus naturel de penser que l'on employait la grande vis micrométrique extérieure qui servait en même temps de vis de rappel

* Ce catalogue de 600 étoiles devait être publié dans les *Additions de la Connaissance des Temps* pour 1809 (Avertissement, p. 4), mais il ne s'y trouve pas.

** Le seul endroit où il indique sa présence aux observations est à la date du 18 juin 1790, où il écrit : « On a observé beaucoup d'étoiles. » J'en ai écrit une partie pour substituer aux 600.

(voir LALANDE, *Astr.*, 1792, t. II, p. 592); c'est d'ailleurs ce que prouve cette note écrite par J. Lalande aux observations du 6 août 1792 : « Lesne tournait quelquefois la vis à gauche; ainsi il faudra vérifier les hauteurs précédentes... »

Voici les assistants que l'on trouve mentionnés dans les manuscrits de l'*Histoire céleste* :

UNGESCHICK (1760-1790), missionnaire de Saint-Lazare. Vint étudier l'Astronomie sous J. Lalande en 1788. Il assista Lalande neveu dans l'observation des zones boréales, de l'origine à mai 1790. (Voir son Éloge, *Hist. de l'Astr.*, p. 701.)

MARÉCHAU. Écrivait les observations en 1790; observa un très petit nombre d'étoiles.

PAUL DE PASSERAT. Il assistait en 1791, 1792 et 1793. Il observait des hauteurs pour le Catalogue boréal; dans la zone du 20 août 1793, qui renferme 240 étoiles, 60 ont été observées par lui. Il observa également 33 étoiles le 27 août 1793, entre 26° et 28°; mais, à cette date, il n'y a rien dans l'*Histoire céleste*.

LESNE (1774-1793). Observait en 1792 et 1793; il eut une très grande part à la détermination des déclinaisons du Catalogue général, mais il observa une seule zone de l'*Histoire céleste*, celle du 28 avril 1793 : ce fut sa dernière nuit d'observation. (Voir son Éloge par Lalande, *Hist. de l'Astronomie*, p. 736). A la date du 8 juillet, J. Lalande écrit : « Les observations de Lesne sont sur des cahiers séparés qui ont été réunis en un seul, broché en carton, avec ce titre : *Déclinaisons de 3000 étoiles*. » Ce manuscrit ne se trouve pas à l'observatoire de Paris. Les observations de Passerat et celles de Lesne étaient sur le même cahier.

DUNOT (5 avril 1793) : « M. Dunot écrivait pour Lesne au commencement. »

M^{me} LALANDE. Assistait parfois son mari en 1793, 1794 et 1795. Le 11 juin 1794, son oncle ajoute en note : « Ma fille compte et écrit avec autant de dextérité que de courage... (1). » On voit par là que l'observateur lisait lui-même les hauteurs.

HARLAY, qui était peut-être un frère de M^{me} Lalande (née Marie-Jeanne Harlay). Il écrivait en 1793 et 1794.

MIGNON. Assistant en 1795; la seule observation indiquée de lui est celle du passage d'Uranus à la lunette méridienne en avril 1795.

DE BISSY. Travailla à l'École militaire de 1795 à 1798, et y fit diverses observations de planètes; il travailla aussi aux déclinaisons du Catalogue

(1) Cependant, l'année 1795, J. Lalande écrit : « M^{me} Le François commença à aider son mari. » (*Histoire de l'Astr.*, p. 756.)

boréal, mais on n'indique de lui aucune observation des zones. (*Voir LALANDE, Bibliographie*, p. 640, et *Hist. de l'Astr.*, p. 841.)

COTILON. Écrivait en 1798.

GIROULT. Écrivait en 1801.

BURCKHARDT. Arriva à Paris le 15 décembre 1797, époque où, d'après Lalande, il y avait déjà 42830 étoiles complètement déterminées. Il observa beaucoup à la lunette méridienne; dans les zones, il n'y a de lui qu'une partie de celle du 25 octobre 1800 (à partir de 22^h 24^m). Quelquefois il écrivait les observations de Lalande, neveu.

En 1799 l'entreprise touchait à sa fin : on n'observa que 13 zones en 1800 et 2 l'année suivante; la dernière est du 15 janvier 1801. L'impression, qui avait été faite à mesure, fut terminée le 1^{er} avril 1801, deux mois et demi seulement après la dernière observation. Lalande neveu et Burckhardt avaient formé le projet de réobserver les zones zodiacales « pour découvrir une planète au delà de Herschel, s'il en existe une », ce qui fut commencé le 25 octobre 1800; ils se proposaient même de revoir tout le ciel; mais ce travail ne fut pas continué et, dans les années suivantes, on observa peu. A la mort de J. Lalande (4 avril 1807), son neveu se vit préférer Burckhardt pour la direction de cet observatoire qu'il avait illustré, et il ne put perfectionner son œuvre (¹). D'ailleurs, depuis 1802, il observait très

(¹) Dans des papiers venant des Lalande et qui sont à la Bibliothèque nationale (*Manuscrits f. français*, n° 12273), on trouve une note manuscrite, sans date, mais postérieure à la mort de J. Lalande, et dont voici un extrait : Quand J. Lalande eut été nommé seul directeur, « Lefrançais eut, dès ce moment, la libre jouissance de cet observatoire qui était entièrement la création de son oncle, ce qui lui procura le plaisir d'y recevoir tous les astronomes distingués de l'Europe qui vinrent à Paris, et d'y démontrer à tous les élèves de son oncle, qui le désirèrent, la pratique de l'Astronomie; il partagea depuis cette jouissance avec un jeune homme qui était venu apporter en France ses connaissances et ses talents : longtemps ils observèrent ensemble, et si quelques circonstances ont paru depuis refroidir le zèle de Lefrançais, pourtant il n'avait pas renoncé au projet de polir et de perfectionner le travail qui fait la partie la plus rare et la plus intéressante de l'*Histoire céleste*, publiée par M. de Lalande. Le temps est arrivé d'exécuter ce projet : Lefrançais, dans la force de l'âge et pénétré de la nécessité de perfectionner un Catalogue immense auquel on doit, de l'aveu même des auteurs, la découverte des trois dernières planètes, croit en cette circonstance (devoir) déclarer au Bureau des Longitudes la ferme résolution de continuer un cours régulier d'observations; l'arrêté qui autorise M. Burckhardt à faire usage de cet observatoire ne l'en a jamais déclaré directeur unique : les deux astronomes peuvent se partager une besogne qui est au-dessus des forces d'un seul homme; tandis que l'un continuera de fixer

peu, et à partir de ce moment on ne trouve plus de lui aucun travail scientifique. Outre ses observations, on a de lui des Tables de Mars, imprimées dans la *Connaissance des Temps* de l'an XII, et il avait fait la plus grande partie des calculs du dernier volume des Éphémérides de son oncle. Il avait refait ses Tables de Mars et y avait joint celles de Mercure et de Vénus : les unes et les autres devaient être imprimées après celles de Jupiter et de Saturne de Bouvard (*Hist. de l'Astr.* pour 1805; *Magasin encyclop.*, 1806, II, p. 79), mais elles n'ont jamais paru. Lalande neveu était membre de l'Institut depuis le 26 décembre 1801 et dès l'origine (1795) il appartenait au Bureau des Longitudes comme adjoint. Il mourut en 1839.

Burckhardt occupa l'observatoire jusqu'à sa mort (21 juin 1825), mais observa peu ⁽¹⁾; dans les dernières années de sa vie sa santé était chancelante; d'ailleurs quelques instruments avaient été repris par les héritiers de Lalande; en outre, l'observatoire fut envahi et pillé en avril 1814, lors de l'entrée des alliés à Paris : le quart de cercle fut faussé et l'objectif enlevé, mais retrouvé bientôt après, ainsi que le miroir du télescope Dollond ⁽²⁾. Après la mort de Burck-

la position de tant d'étoiles, l'autre pourra se livrer particulièrement aux observations également importantes du Soleil, de la Lune, ...; ainsi l'observatoire sera une digne succursale de l'Observatoire impérial : le Bureau des Longitudes tirera le parti le plus avantageux des talents de ses divers membres, et nous verrons accomplis dans leur plénitude les plans et les vœux de l'astronome distingué que le Bureau des Longitudes et l'Institut ont honoré de leurs regrets. »

⁽¹⁾ Les manuscrits de ses observations sont aux archives du Bureau des Longitudes; sa dernière observation est du 30 décembre 1821.

⁽²⁾ Voici, d'après un inventaire manuscrit, les principaux instruments qui se trouvaient, à l'époque du pillage, à l'observatoire de l'École militaire :

Le mural de Bird;

La lunette méridienne de Lenoir avec la machine en bois servant à la retourner;

Un télescope de Dollond de 2^m de foyer;

Le premier héliomètre que Bouguer avait fait construire;

Un héliomètre de Dollond;

Un héliomètre de long foyer, probablement celui qui avait été construit pour leurat;

Un équatorial de Hautpoix portant une lunette de Rochette;

Un vieux quart de cercle et quelques carcasses;

Une pendule de Ferdinand Berthoud, réparée par Martin;

Des boussoles de déclinaison et d'inclinaison.

hardt, Francœur demandait cet observatoire, mais il fut donné à Dainoiseau, qui observa moins encore que son prédécesseur. Du reste, au moins après 1833, l'état de sa vue ne lui permettait pas les observations; et le bel instrument si bien utilisé par Lalande continua, selon l'expression de de Zach, à rester « dans l'inaction la plus honteuse, dans un abandon et un oubli vraiment scandaleux ».

Depuis très longtemps, l'administration militaire réclamait pour le service des troupes cet observatoire inutilisé et les appartements qui en dépendaient; en 1835, le Bureau des Longitudes en fit la remise et décida que les instruments et les toits mobiles seraient portés au grand Observatoire. Peu après, le quart de cercle mural fut envoyé à Toulouse, d'où il est revenu, en 1881, au musée de l'Observatoire de Paris. A part quelques instruments, il n'existe plus rien de tout cela, et aujourd'hui, à l'École militaire, on cherche en vain, sur les murs mêmes, la trace de la fente méridienne. Seule, une fresque peinte en grisaille par Gibelin sur le pignon H, et représentant l'Étude ou l'Astronomie accompagnée des attributs des Sciences et des Arts, rappelle l'existence de cet observatoire célèbre (1).

Catalogue de Lalande.

Pour déduire des passages observés au mural les ascensions droites des étoiles, Lalande déterminait avec la lunette méridienne les ascensions droites de quelques belles étoiles de chaque zone et obtenait ainsi la déviation du quart de cercle. Quant à la latitude, nécessaire pour passer des hauteurs aux déclinaisons, il la déduisit de celle du grand Observatoire par des opérations géodésiques. C'est ainsi que furent obtenues les constantes données en tête de chaque série de l'*Histoire céleste* et qui devaient servir à déduire les coordonnées *apparentes* des étoiles pour l'époque de l'observation. Mais ces constantes ne jouissaient pas de toute l'exactitude que réclamait la précision des observations, et Lalande ne les con-

(1) Cette fresque est dans le plus mauvais état. Fort heureusement, M. le colonel Laussedat l'a fait photographier en 1873 : les amis de l'Astronomie lui en seront reconnaissants. Le fronton opposé L porte une autre grisaille de Gibelin, représentant deux athlètes, dont l'un arrête un cheval fougueux.

siderait que comme provisoires. « Les corrections que j'ai données (dit-il page x de l'*Histoire céleste*), soit pour les passages, soit pour les distances au zénith, ne sont que provisoires; elles suffiront pour le plus grand nombre de cas, mais elles sont susceptibles d'être vérifiées et corrigées par le moyen des étoiles principales dont j'ai publié les positions, ou que je publierai dans la suite. »

Le Catalogue de Piazzi, formé d'observations contemporaines, était très propre à fournir de meilleures constantes. Aussi Bessel proposa, en 1822 (*Astronomische Nachrichten*, t. I, p. 22-27), la construction de Tables pour la réduction des observations de l'*Histoire céleste*, en partant des positions de la 2^e édition du Catalogue de Piazzi; et il indiqua une méthode facile pour le calcul des positions moyennes de 1800,0. Bientôt après, Hansen et Nissen appliquèrent l'idée de Bessel : leurs Tables furent publiées en 1825 par Schumacher dans la seconde Partie de ses Tables auxiliaires générales.

Malgré la simplification apportée par ces Tables au calcul des étoiles de l'*Histoire céleste*, on sentait généralement la nécessité de coordonner toutes ces étoiles en Catalogue. Déjà, antérieurement à la publication des Tables de Hansen et Nissen, avant même que Bessel eût appelé l'attention sur ce sujet, ce travail avait été commencé ⁽¹⁾ par Berenger Labaume, de Marseille. Cet astronome amateur, après avoir recalculé les observations qui avaient formé le Catalogue zodiacal de Tobie Mayer, entreprit, sur le conseil de de Zach, de cataloguer les étoiles de Lalande; il employait également comme positions fondamentales celles de Piazzi (2^e édition), et en 1822 il publia les étoiles de la première heure, réduites à

(1) J. Lalande avait fait réduire à 1790,0 les positions des étoiles observées par son neveu, jusqu'à la 8^e grandeur inclusivement, et il avait ainsi formé de petits Catalogues comprenant 13000 étoiles et insérés dans les *Additions de la Connaissance des Temps*; en voici l'indication : 1^{er} Cat : an V, p. 202; 2^e : VII, 380; 3^e : VIII, 235; 4^e : VIII, 454; 5^e : IX, 400; 6^e : X, 235; 7^e : X, 409; 8^e : XI, 371; 10^e : XII, 281; 11^e : XIII, 274; le 8^e (an XI, p. 264), est formé par des étoiles australes, réduites à 1799,0, et le 12^e (XIV, 311, et XV, 238) renferment les étoiles boréales, qui manquaient dans les parties précédentes; les observations de ces deux derniers Catalogues ont été faites par Vidal et réduites en partie par Flaugergues.

1800,0 (*Correspondance astr. de de Zach*, t. VII, p. 333, etc.); mais ce travail ne fut pas continué.

En 1835, l'Association britannique, réunie à Dublin, vota une somme de 500£ pour la réduction des étoiles de l'*Histoire céleste*, à la condition qu'en France on voulût, comme vérification, faire un double du calcul; mais cette proposition ne fut pas acceptée. Les pourparlers traînèrent un peu et l'on se borna à envoyer en Angleterre un exemplaire de l'*Histoire céleste*, soigneusement collationné sur les observations originales, dont les manuscrits ⁽¹⁾ étaient encore entre les mains de Lalande.

L'Association britannique prit alors tout à sa charge, et la direction du travail fut confiée à Francis Baily; les calculs, commencés immédiatement, furent terminés en 1842 : ils avaient exigé une somme de 818£. L'impression, faite aux frais du gouvernement anglais, fut commencée en 1844, quelque temps avant la mort de F. Baily; le Catalogue fut publié en 1847.

On ne saurait trop regretter que la France ait négligé de mettre la dernière main à cette œuvre grandiose. Mais comme les reproches n'ont pas été ménagés à ceux qui représentaient alors l'Astronomie française, rappelons qu'à la même époque, lorsque Weisse entreprit de cataloguer les zones de Königsberg, Bessel et Argelander considéraient ce travail comme inutile. En outre, le Bureau des Longitudes pensait, avec raison, qu'on devait d'abord vérifier les Tables de Hansen et Nissen, alors susceptibles d'amélioration ⁽²⁾, car on connaissait à ce moment, pour les étoiles fondamentales employées, des mouvements propres ignorés lors de la construction des Tables.

(1) Ces manuscrits forment 40 petits cahiers (dont 5 de calculs), conservés à l'Observatoire de Paris, où ils furent apportés en 1839, après la mort de Lalande neveu. On y trouve des notes nombreuses qui n'ont pas été imprimées dans l'*Histoire céleste*, notamment sur l'état du ciel, et dont il serait utile de tenir compte pour les grandeurs. Je relève, en outre, celle-ci sur le premier cahier : « Au mois de juin 1790 (Le François) n'exagérait plus les grandeurs des étoiles, mais auparavant il mettait 4° pour 5° ou 6° grandeur, 5° pour 6° ou 7°. »

(2) Ce travail d'amélioration a été fait plus tard par von Asten : *Neue Hülfs tafeln zur Reduction der in der Histoire céleste française enthaltenen Beobachtungen*; Leipzig, 1868.

MÉMOIRES ET OBSERVATIONS.

REMARQUES SUR CERTAINES ÉQUATIONS INTÉGRALES DU MOUVEMENT ELLIPTIQUE;

PAR M. OSSIAN BONNET.

Dans une Note insérée au *Bulletin astronomique*, M. Tisserand s'est proposé de résoudre complètement le problème dont Laplace n'avait traité que quelques cas particuliers dans la *Mécanique céleste*, et qui a pour objet la détermination de toutes les équations intégrales du mouvement elliptique, qui sont indépendantes du temps et de forme linéaire ou quadratique par rapport aux composantes de la vitesse. La solution de M. Tisserand ne laisse rien à désirer du côté de la rigueur et de l'exactitude; mais elle exige des calculs assez compliqués, qu'il est très facile d'éviter, comme on va le voir.

Rappelons d'abord le théorème suivant, que l'on trouve dans tous les Traités de Calcul intégral :

Lorsqu'on a un système de n équations différentielles à n inconnues, du premier ordre et ne contenant la variable indépendante t que par sa différentielle : 1° il existe toujours $n - 1$ intégrales distinctes, indépendantes de t et contenant $(n - 1)$ constantes arbitraires; 2° si l'on appelle

$$x_1 = C_1, \quad x_2 = C_2, \quad \dots, \quad x_{n-1} = C_{n-1}$$

ces $n - 1$ intégrales résolues par rapport aux constantes arbitraires, toute autre intégrale de même forme, c'est-à-dire indépendante de t , pourra s'écrire ainsi

$$\varphi(x_1, x_2, \dots, x_{n-1}) = C_n,$$

étant une fonction entièrement quelconque et C_n une nouvelle constante arbitraire.

De la seconde partie de ce théorème résulte que, lorsque l'on considère les équations différentielles du mouvement elliptique d'une

planète autour du Soleil, il suffit de connaître cinq équations intégrales indépendantes du temps et renfermant chacune une constante arbitraire pour avoir toutes celles qui ont la même forme. Or le principe des aires donne trois intégrales distinctes

$$(1) \quad \begin{cases} yz' - zy' = \alpha_1, \\ zx' - xz' = \alpha_2, \\ xy' - yx' = \alpha_3. \end{cases}$$

Le principe des forces vives en donne une quatrième

$$x'^2 + y'^2 + z'^2 - \frac{2}{(x^2 + y^2 + z^2)^{\frac{1}{2}}} = \alpha_4.$$

Il suffira donc d'ajouter à celles-ci une de celles que Laplace a trouvées, la suivante

$$\frac{z}{\sqrt{x^2 + y^2 + z^2}} + x'(zx' - xz') - y'(xy' - yx') = \alpha_5$$

par exemple, et, en posant

$$\varphi(\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \alpha_4, \alpha_5) = \alpha_6,$$

nous aurons toutes les intégrales indépendantes de t qui se rapportent au cas particulier considéré.

Si l'on veut maintenant avoir la réponse au problème posé par Laplace, il suffira de choisir la fonction φ de façon que x', y', z' n'y entrent qu'au premier et au second degré. Cela n'offre aucune difficulté, vu la forme très simple de $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \alpha_4, \alpha_5$, et l'on trouve comme valeur la plus générale

$$\begin{aligned} \varphi(\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \alpha_4, \alpha_5) = & A_1 \alpha_1^2 + A_2 \alpha_2^2 + A_3 \alpha_3^2 + 2B_1 \alpha_2 \alpha_3 + 2B_2 \alpha_3 \alpha_1 + 2B_3 \alpha_1 \alpha_2 \\ & + 2C_1 \alpha_1 + 2C_2 \alpha_2 + 2C_3 \alpha_3 + 2D_4 \alpha_4 + 2D_5 \alpha_5, \end{aligned}$$

$A_1, A_2, A_3, B_1, B_2, B_3, C_1, C_2, C_3, D_4, D_5$ étant des constantes quelconques.

Ce résultat ne diffère pas de celui que M. Tisserand a obtenu.

Nous nous sommes appuyé, dans ce qui précède, sur la détermination préalable d'une des intégrales dues à Laplace. Or, quoique l'analyse dont ce grand géomètre a fait usage soit moins compliquée que celle de M. Tisserand, ce qui n'a rien de surprenant puis-

qu'elle est moins générale, elle laisse encore à désirer au point de vue de la simplicité; il ne sera donc pas inutile d'indiquer une voie facile qui conduise au même but.

Supposons le mouvement de la planète rapporté à trois axes de coordonnées rectangulaires Ox, Oy, Oz , ayant le centre du Soleil pour origine et disposés comme on le suppose habituellement, c'est-à-dire de façon qu'un observateur placé sur le plan des xy , les pieds en O , la tête en un point de la partie positive de l'axe des z , ait la partie positive de Ox à sa gauche et la partie positive de Oy à sa droite. Nous aurons, pour définir le mouvement : soit les trois équations du second ordre

$$\frac{d^2x}{dt^2} = -\frac{x}{r^3}, \quad \frac{d^2y}{dt^2} = -\frac{y}{r^3}, \quad \frac{d^2z}{dt^2} = -\frac{z}{r^3},$$

soit les six équations du premier ordre

$$\begin{aligned} \frac{dx}{dt} &= x', & \frac{dy}{dt} &= y', & \frac{dz}{dt} &= z', \\ \frac{dx'}{dt} &= -\frac{x}{r^3}, & \frac{dy'}{dt} &= -\frac{y}{r^3}, & \frac{dz'}{dt} &= -\frac{z}{r^3}; \end{aligned}$$

d'où l'on déduit

$$\frac{\frac{d^2x}{dt^2}}{x} = \frac{\frac{d^2y}{dt^2}}{y} = \frac{\frac{d^2z}{dt^2}}{z} = -\frac{1}{r^3},$$

puis

$$yz' - zy' = x_1, \quad zx' - xz' = x_2, \quad xy' - yx' = x_3,$$

x_1, x_2, x_3 étant des constantes arbitraires, puis enfin

$$(1) \quad x_1x + x_2y + x_3z = 0,$$

ce qui prouve que le mouvement de la planète s'effectue dans un plan passant par le centre O du Soleil.

Pour obtenir d'autres résultats, imaginons un système particulier de trois axes rectangulaires OX, OY, OZ , de même origine que l'ancien et pour lequel :

1° La partie positive de l'axe des X soit la partie de la trace du plan (1) de l'orbite sur le plan des xy , qui contient le point

$$x = x_1, \quad y = -x_1, \quad z = 0.$$

de sorte que les cosinus directeurs a, b, c de cet axe aient pour valeurs

$$a = \frac{\alpha_2}{\sqrt{\alpha_1^2 + \alpha_2^2}}, \quad b = \frac{-\alpha_1}{\sqrt{\alpha_1^2 + \alpha_2^2}}, \quad c = 0;$$

2° La partie positive de l'axe des Z soit la partie de la perpendiculaire au plan (1) de l'orbite qui contient le point

$$x = \alpha_1, \quad y = \alpha_2, \quad z = \alpha_3,$$

en sorte que les cosinus directeurs a', b', c' de cet axe soient

$$a' = \frac{\alpha_1}{K}, \quad b' = \frac{\alpha_2}{K}, \quad c' = \frac{\alpha_3}{K},$$

en appelant K la racine carrée positive de $\alpha_1^2 + \alpha_2^2 + \alpha_3^2$;

3° La partie positive de l'axe OY soit ce que devient OY, lorsque, par une rotation autour de O, on amène Ox à coïncider avec OX et Oz à coïncider avec OZ, en sorte que les cosinus directeurs a', b', c' de cet axe soient

$$a' = b'c - c'b = \frac{\alpha_1 \alpha_3}{K \sqrt{\alpha_1^2 + \alpha_2^2}}, \quad b' = c'a - a'c = \frac{\alpha_2 \alpha_3}{K \sqrt{\alpha_1^2 + \alpha_2^2}},$$

$$c' = a'b - b'a = -\frac{\sqrt{\alpha_1^2 + \alpha_2^2}}{K}.$$

Nous aurons, par les formules de la transformation des coordonnées, et en supposant que le point auquel on les applique soit une position de la planète, par conséquent un point du plan des XY,

$$x = Xa + Ya' = X \frac{\alpha_2}{\sqrt{\alpha_1^2 + \alpha_2^2}} + Y \frac{\alpha_1 \alpha_3}{K \sqrt{\alpha_1^2 + \alpha_2^2}},$$

$$y = Xb + Yb' = X \frac{-\alpha_1}{\sqrt{\alpha_1^2 + \alpha_2^2}} + Y \frac{\alpha_2 \alpha_3}{K \sqrt{\alpha_1^2 + \alpha_2^2}},$$

$$z = Xc + Yc' = -Y \frac{\sqrt{\alpha_1^2 + \alpha_2^2}}{K}$$

et

$$X = \frac{1}{\sqrt{\alpha_1^2 + \alpha_2^2}} (\alpha_2 x - \alpha_1 y),$$

$$Y = \frac{K}{\alpha_3 \sqrt{\alpha_1^2 + \alpha_2^2}} (\alpha_1 x + \alpha_2 y) = -\frac{Kz}{\sqrt{\alpha_1^2 + \alpha_2^2}};$$

d'où, en différentiant deux fois par rapport au temps t ,

$$\begin{aligned}\frac{dx}{dt} &= \frac{dX}{dt} \frac{\alpha_2}{\sqrt{\alpha_1^2 + \alpha_2^2}} + \frac{dY}{dt} \frac{\alpha_1 \alpha_2}{K \sqrt{\alpha_1^2 + \alpha_2^2}}, \\ \frac{dy}{dt} &= \frac{dX}{dt} \frac{-\alpha_1}{\sqrt{\alpha_1^2 + \alpha_2^2}} + \frac{dY}{dt} \frac{\alpha_2 \alpha_1}{K \sqrt{\alpha_1^2 + \alpha_2^2}}, \\ \frac{dz}{dt} &= -\frac{dY}{dt} \frac{\sqrt{\alpha_1^2 + \alpha_2^2}}{K}, \\ \frac{dX}{dt} &= \frac{1}{\sqrt{\alpha_1^2 + \alpha_2^2}} \left(\alpha_2 \frac{dx}{dt} - \alpha_1 \frac{dy}{dt} \right), \\ \frac{dY}{dt} &= -\frac{K \frac{dz}{dt}}{\sqrt{\alpha_1^2 + \alpha_2^2}}\end{aligned}$$

et

$$\begin{aligned}\frac{d^2x}{dt^2} &= \frac{d^2X}{dt^2} \frac{\alpha_2}{\sqrt{\alpha_1^2 + \alpha_2^2}} + \frac{d^2Y}{dt^2} \frac{\alpha_1 \alpha_2}{K \sqrt{\alpha_1^2 + \alpha_2^2}}, \\ \frac{d^2y}{dt^2} &= \frac{d^2X}{dt^2} \frac{-\alpha_1}{\sqrt{\alpha_1^2 + \alpha_2^2}} + \frac{d^2Y}{dt^2} \frac{\alpha_2 \alpha_1}{K \sqrt{\alpha_1^2 + \alpha_2^2}}, \\ \frac{d^2z}{dt^2} &= -\frac{d^2Y}{dt^2} \frac{\sqrt{\alpha_1^2 + \alpha_2^2}}{K}, \\ \frac{d^2X}{dt^2} &= \frac{1}{\sqrt{\alpha_1^2 + \alpha_2^2}} \left(\alpha_2 \frac{d^2x}{dt^2} - \alpha_1 \frac{d^2y}{dt^2} \right), \\ \frac{d^2Y}{dt^2} &= -K \frac{\frac{d^2z}{dt^2}}{\sqrt{\alpha_1^2 + \alpha_2^2}}.\end{aligned}$$

Ces formules permettent de transformer toute relation contenant les trois coordonnées x, y, z de l'espace et les deux premières dérivées de ces coordonnées en une autre où ne figureront que les deux coordonnées planes X, Y avec leurs deux premières dérivées, et *vice versa*. Ajoutons en outre que les résultats qui se rapportent aux coordonnées planes rectilignes s'exprimeront, si l'on veut, en fonction des coordonnées polaires correspondantes, en se rappelant les relations

$$X = r \cos \theta, \quad Y = r \sin \theta$$

et celles qui s'en déduisent par la différentiation.

On trouve ainsi

$$x_1 = y \frac{dz}{dt} - z \frac{dy}{dt} = \left(X \frac{dY}{dt} - Y \frac{dX}{dt} \right) \frac{z_1}{K};$$

d'où

$$(2) \quad K = X \frac{dY}{dt} - Y \frac{dX}{dt} = r^2 \frac{d\theta}{dt},$$

puis

$$-\frac{1}{r^3} = \frac{\frac{d^2 x}{dt^2}}{x} = \frac{\frac{d^2 y}{dt^2}}{y} = \frac{\frac{d^2 z}{dt^2}}{z} = \frac{\frac{d^2 Y}{dt^2}}{Y} = \frac{\frac{d^2 X}{dt^2}}{X}.$$

Multipliant membre à membre l'équation (2), que nous réduisons à

$$K = r^2 \frac{d\theta}{dt},$$

et celle-ci

$$\frac{d^2 X}{dt^2} = -\frac{X}{r^3},$$

qui résulte de l'une de celles que nous venons d'écrire, il viendra

$$K \frac{d^2 X}{dt^2} = -\cos \theta \frac{d\theta}{dt},$$

d'où, en intégrant,

$$K \frac{dX}{dt} + \sin \theta = K \frac{dX}{dt} + \frac{Y}{r} = \text{const.};$$

introduisant enfin les coordonnées x, y, z de l'espace et remplaçant les constantes α_1 et α_2 par leurs valeurs, on trouve

$$\frac{z}{r} + \frac{dy}{dt} \left(y \frac{dz}{dt} - z \frac{dy}{dt} \right) - \frac{dx}{dt} \left(z \frac{dx}{dt} - x \frac{dz}{dt} \right) = \alpha_3,$$

α_3 étant une nouvelle constante. Cette nouvelle intégrale est l'une de celles que l'on doit à Laplace; les deux autres s'en déduisent par des permutations tournantes effectuées sur x, y, z , ce qui donne

$$\begin{aligned} \frac{x}{r} + \frac{dz}{dt} \left(z \frac{dx}{dt} - x \frac{dz}{dt} \right) - \frac{dy}{dt} \left(x \frac{dy}{dt} - y \frac{dx}{dt} \right) &= \alpha_6, \\ \frac{y}{r} + \frac{dx}{dt} \left(x \frac{dy}{dt} - y \frac{dx}{dt} \right) - \frac{dz}{dt} \left(y \frac{dz}{dt} - z \frac{dy}{dt} \right) &= \alpha_7. \end{aligned}$$

**SUR L'INCORRECTION DES FORMULES PROPOSÉES PAR FABRITIUS
POUR LA RÉDUCTION DES CIRCOMPOLAIRES;**

PAR M. F. FOLIE.

Occupé en ce moment de la détermination des constantes de la nutation diurne et comptant faire usage d'observations de la Polaris, j'ai voulu m'assurer tout d'abord de l'exactitude des formules de réduction proposées par Fabritius (*Astronomische Nachrichten*, n° 2073). Après y avoir mûrement réfléchi, je me suis aperçu que l'astronome russe a été le jouet d'une illusion, à laquelle Oppolzer (*) n'a pas échappé.

Comme le regretté savant viennois appuie de son autorité le procédé de Fabritius, auquel on n'a pas accordé, dit-il, l'attention qu'il mérite, je crois de mon devoir de faire toucher du doigt le cercle vicieux sur lequel ce procédé repose.

Le point de départ en est l'introduction des coordonnées rectangulaires

$$x = \cos \delta \cos \alpha, \quad y = \cos \delta \sin \alpha, \quad z = \sin \delta,$$

coordonnées qu'on élimine pour obtenir les formules définitives.

Cet artifice inutile peut être ici qualifié de *trompe-l'œil*, puisqu'il est la cause de l'illusion dont Fabritius et Oppolzer ont été victimes. Toutefois ce n'est pas en lui-même, bien évidemment, qu'il faut chercher l'origine de l'erreur; mais plutôt en ce que Fabritius, partant des expressions de Δx et Δy , bornées aux termes du premier ordre, a cru pouvoir en déduire les expressions extraites de $\tan(\alpha - \alpha_0)$ et de $\delta - \delta_0$ en y conservant ceux du second.

Je vais faire voir comment Fabritius pouvait déduire sa formule (3), qui donne $\tan(\alpha - \alpha_0)$ (formule 16 d'Oppolzer), sans passer par les coordonnées rectilignes, et en quoi cette formule est incorrecte.

Partant de $\alpha = \alpha_0 + \Delta\alpha$, $\delta = \delta_0 + \Delta\delta$, on a, aux termes près du quatrième ordre,

$$\sin(\alpha - \alpha_0) = \Delta\alpha \left(1 - \frac{1}{6} \Delta\alpha^2\right), \quad \cos(\alpha - \alpha_0) = 1 - \frac{\Delta\alpha^2}{2},$$

(*) *Traité de la détermination des orbites des planètes et des comètes*, Chap. I, § 4, p. 263 et suivantes de la traduction française de Pasquier.

d'où

$$(1) \quad \text{tang}(\alpha - \alpha_0) = \Delta x \left(1 + \frac{\Delta x^2}{3} \right),$$

formule bien connue.

Pour arriver à celle de Fabritius partons, comme lui, mais sans passer par l'intermédiaire des coordonnées rectilignes, de

$$(2) \quad \cos \delta \sin(\alpha - \alpha_0) \quad \text{et de} \quad \cos \delta \cos(\alpha - \alpha_0).$$

Ces expressions peuvent s'écrire :

$$(2') \quad \left\{ \begin{array}{l} \Delta x \left(1 - \frac{\Delta x^2}{6} \right) \left(\cos \delta_0 - \sin \delta_0 \Delta \delta - \cos \delta_0 \frac{\Delta \delta^2}{2} \right) \\ \text{et} \\ \left(1 - \frac{\Delta x^2}{2} \right) \left(\cos \delta_0 - \sin \delta_0 \Delta \delta - \cos \delta_0 \frac{\Delta \delta^2}{2} \right). \end{array} \right.$$

Si l'on y néglige, avec Fabritius, les termes d'un ordre supérieur au premier, elles se réduisent respectivement à

$$\cos \delta_0 \Delta x \quad \text{et} \quad \cos \delta_0 - \sin \delta_0 \Delta \delta;$$

et l'on en tirera par division

$$(3) \quad \text{tang}(\alpha - \alpha_0) = \frac{\Delta x}{1 - \text{tang} \delta_0 \Delta \delta},$$

ce qui est la formule de l'astronome russe.

Si l'on conserve les termes du second ordre, on aura

$$\cos \delta_0 (1 - \text{tang} \delta_0 \Delta \delta) \Delta x \quad \text{et} \quad \cos \delta_0 \left(1 - \text{tang} \delta_0 \Delta \delta - \frac{\Delta x^2 + \Delta \delta^2}{2} \right)$$

et par division

$$(4) \quad \text{tang}(\alpha - \alpha_0) = \frac{\Delta x}{1 - \frac{1}{2} \frac{\Delta x^2 + \Delta \delta^2}{1 - \text{tang} \delta_0 \Delta \delta}},$$

formule plus exacte que celle de Fabritius, mais moins exacte et bien plus compliquée que la véritable formule (1).

Conservons enfin les termes du troisième ordre dans les expressions (2'); elles s'écriront

$$\Delta x \cos \delta_0 \left(1 - \text{tang} \delta_0 \Delta \delta - \frac{\Delta \delta^2}{2} - \frac{\Delta x^2}{6} \right)$$

et

$$\cos \delta_0 \left(1 - \tan \delta_0 \Delta \delta - \frac{\Delta \delta^2}{2} - \frac{\Delta x^2}{2} + \tan \delta_0 \Delta \delta \frac{\Delta x^2}{2} \right);$$

d'où

$$\tan(\alpha - \alpha_0) = \frac{\Delta x}{1 - \frac{\frac{\Delta x^2}{3} - \tan \delta_0 \Delta \delta \frac{\Delta x^2}{2}}{1 - \tan \delta_0 \Delta \delta - \frac{\Delta \delta^2}{2} - \frac{\Delta x^2}{6}}},$$

formule qui se réduit à la véritable (1), si l'on s'arrête aux termes du troisième ordre.

La formule (3) de Fabritius est donc illusoire et incorrecte. Mais sa formule (4)

$$\delta - \delta_0 = \Delta \delta - \cot \delta_0 \tan \frac{1}{2}(\alpha - \alpha_0) \Delta \alpha \text{ (formule 18 d'Oppolzer)}$$

est tout simplement paradoxale (je dirais absurde, si le terme n'était un peu vif), puisqu'on a posé $\delta = \delta_0 + \Delta \delta$.

Pour arriver à cette formule à la manière de Fabritius, multiplions les expressions (2) par $\sin \frac{\alpha - \alpha_0}{2}$ et $\cos \frac{\alpha - \alpha_0}{2}$ respectivement; opérons de même sur les expressions (2'); la somme donnera, si l'on désigne $\sin \frac{\alpha - \alpha_0}{2}$ par s et $\cos \frac{\alpha - \alpha_0}{2}$ par c ,

$$c \cos \delta = s \cos \delta_0 \left(1 - \frac{\Delta x^2}{6} \right) \left(1 - \tan \delta_0 \Delta \delta - \frac{\Delta \delta^2}{2} \right) \Delta x \\ + c \cos \delta_0 \left(1 - \frac{\Delta x^2}{2} \right) \left(1 - \tan \delta_0 \Delta \delta - \frac{\Delta \delta^2}{2} \right)$$

ou bien

$$c(\cos \delta - \cos \delta_0) = s \cos \delta_0 \left(1 - \tan \delta_0 \Delta \delta - \frac{\Delta \delta^2}{2} - \frac{\Delta x^2}{6} \right) \Delta x \\ - c \cos \delta_0 \left(\tan \delta_0 \Delta \delta + \frac{\Delta \delta^2 + \Delta x^2}{2} \right).$$

Si l'on fait, avec Fabritius, $\cos \delta - \cos \delta_0 = -\sin \delta_0 (\delta - \delta_0)$ et qu'on néglige les termes du second ordre, on trouve sa formule (4).

Mais on voit aussi que l'exactitude en est illusoire, puisqu'on a remplacé $\sin \frac{\delta + \delta_0}{2}$ par $\sin \delta_0$, ce qui revient à négliger, dans le premier membre, les termes de l'ordre qu'on veut conserver dans le second.

Par de semblables procédés, on arrivera à autant d'expressions différentes que l'on voudra de la même quantité.

Ainsi, je tirerai facilement des formules de Fabritius

$$\sin(\alpha - \alpha_0) = \frac{\Delta\alpha}{1 - \tan\delta_0\Delta\delta} \left[1 + \frac{1}{2} \frac{\Delta\delta^2}{1 - \tan\delta_0\Delta\delta} + \frac{1}{2} \left(\frac{\tan\delta_0\Delta\delta^2}{1 - \tan\delta_0\Delta\delta} \right)^2 \right],$$

qui fournit un résultat supérieur à celui qu'il donne pour

$$\tan(\alpha - \alpha_0).$$

Veut-on trouver l'expression de $\tan(\delta - \delta_0)$, on combinera, par exemple, celle de $\cos\delta \cos(\alpha - \alpha_0)$ donnée ci-dessus, (2'), avec la suivante

$$\sin\delta \cos(\alpha - \alpha_0) = \cos(\alpha - \alpha_0) \left[\sin\delta_0 \left(1 - \frac{\Delta\delta^2}{2} \right) + \cos\delta_0\Delta\delta \right],$$

et l'on en déduira

$$\cos(\alpha - \alpha_0) \sin(\delta - \delta_0) = \Delta\delta \left(1 - \frac{\Delta\alpha^2}{2} \right),$$

$$\cos(\alpha - \alpha_0) \cos(\delta - \delta_0) = 1 - \frac{\Delta\alpha_1 + \Delta\delta^2}{2}.$$

La division donne

$$\tan(\delta - \delta_0) = \Delta\delta \left(1 + \frac{\Delta\delta^2}{2} \right),$$

formule qui concorderait avec la véritable, analogue à la formule (1), si l'on avait poussé plus loin l'approximation.

Les formules (3) et (4) de Fabritius (*Astronomische Nachrichten*, n° 2073) ou (16) et (18) d'Oppolzer sont donc incorrectes, et l'introduction tout à fait superflue des coordonnées rectilignes dans cette recherche est la source première de l'illusion à laquelle n'a pas échappé ce dernier savant lui-même.

Cette critique ne porte pas, au surplus, sur l'exactitude du calcul des coordonnées rectilignes mêmes, donné dans le n° 2072 des *Astronomische Nachrichten*.

En résumé, le procédé proposé par Fabritius pour le calcul des réductions des circumpolaires ne peut remplacer que très désavantageusement les procédés en usage.

Ces derniers ne sont pas exempts d'erreurs cependant, comme on pourra le voir dans mon *Traité des réductions stellaires*, dont le premier fascicule vient de paraître.

OBSERVATIONS DES PLANÈTES (169), (181), (190), (226), (246), (269) ET (271),

FAITES A L'OBSERVATOIRE DE NICE (équatorial de Gautier, de 0^m,38 d'ouverture);

PAR M. CHARLOIS.

	T. m. de Nice.	$\Delta R.$	$\Delta P.$	N. de c.	Rapp.	log. f. p.	P app.	log. f. p.	*
(169).									
	$h \quad m \quad s$	$m \quad s$	$''$		$h \quad m \quad s$		$h \quad m \quad s$		
10.	10.59.16	+0.21,76	-2.48,2	6	1.33.15,20	2,940	73.17.48,5	0,607 <i>n</i>	1
11.	7.44.30	-0.18,04	+0.17,9	5	1.32.35,40	1,427 <i>n</i>	73.20.54,6	0,642 <i>n</i>	1
12.	8.42.25	-1.4,68	+4.4,3	5	1.31.48,76	1,201 <i>n</i>	73.24.41,0	0,619 <i>n</i>	1
(181).									
5.	9.7.54	+3.2,98	+5.18,3	5	1.3.10,17	1,035 <i>n</i>	107.17.33,1	0,889 <i>n</i>	2
9.	7.24.5	+1.7,67	+9.51,9	5	1.1.14,84	1,420 <i>n</i>	107.22.7,3	0,872 <i>n</i>	2
10.	8.1.33	+0.40,20	+10.18,5	5	1.0.47,37	1,283 <i>n</i>	107.22.34,0	0,882 <i>n</i>	2
11.	7.21.21	+2.22,48	+11.48,5	5	1.0.22,87	1,403 <i>n</i>	107.22.46,9	0,873 <i>n</i>	3
(190).									
17.	11.26.7	-0.24,41	-10.2,7	6	6.23.17,99	1,140 <i>n</i>	75.15.34,7	0,640 <i>n</i>	4
20.	9.50.27	+2.5,96	+2.5,4	5	6.21.10,90	1,144 <i>n</i>	75.15.15,2	0,668 <i>n</i>	5
(226).									
11.	13.12.47	+1.42,95	-2.9,7	5	2.15.40,04	1,402	101.5.56,5	0,849 <i>n</i>	6
12.	12.8.43	+0.59,16	-1.37,9	5	2.14.56,25	1,180	101.6.28,4	0,858 <i>n</i>	6
(246).									
10.	12.56.59	+1.57,74	+5.13,4	5	2.50.4,77	1,200	94.47.37,4	0,822 <i>n</i>	7
12.	9.28.46	+2.41,22	-3.19,3	5	2.48.33,87	1,310 <i>n</i>	94.55.52,5	0,820 <i>n</i>	8
(269).									
10.	8.27.31	+0.46,45	+6.47,7	5	23.5.49,10	2,883	99.20.39,6	0,851 <i>n</i>	9
11.	6.55.9	+1.9,64	+4.45,4	5	23.6.12,28	2,964 <i>n</i>	99.18.37,4	0,851 <i>n</i>	9
12.	7.10.9	+1.35,92	+2.22,7	5	23.6.38,54	2,759 <i>n</i>	99.16.14,8	0,851 <i>n</i>	9
(271).									
18.	10.37.13	-0.42,51	-11.38,0	8	1.10.59,66	2,936 <i>n</i>	78.6.2,0	0,672 <i>n</i>	10
20.	9.49.4	+2.58,37	-4.42,5	5	1.9.24,53	1,199 <i>n</i>	78.14.4,0	0,681 <i>n</i>	11
22.	10.27.30	+1.22,28	+3.35,1	6	1.7.48,45	2,896 <i>n</i>	78.22.21,5	0,675 <i>n</i>	11
5.	8.22.37	-1.5,46	-0.43,0	5	0.58.12,20	1,254 <i>n</i>	79.16.18,8	0,692 <i>n</i>	12

Positions des étoiles de comparaison.

★	Gr.	α moy. 1887,0.	Réd. au J.	φ moy. 1887,0.	Réd. au J.	Autorités.
1.	8.5	^h 1.32. ^m 50. ^s 22	+3,22	73.20.52,7	-16,0	$\left\{ \begin{array}{l} \frac{1}{2} (W_2 702 + \text{Lal. 301}) \\ \text{Paris).} \end{array} \right.$
1.	8.5	»	+3,22	»	-16,0	Id.
1.	8.5	»	+3,22	»	-16,0	Id.
2.	9	1. 0. 4,45	+2,74	107.12.26,9	-12,1	Argel. OE. 615.
2.	9	»	+2,72	»	-11,5	Id.
2.	9	»	+2,72	»	-11,4	Id.
3.	8.7	0.57.57,68	+2,71	107.11. 9,7	-11,3	Argel. OE. 598.
4.	9	6.23.38,64	+3,76	75.25.29,0	+ 8,4	Weisse, 643, h. VI.
5.	8	6.19. 1,12	+3,82	75.13. 1,6	+ 8,2	Glasgow cat. 1559.
6.	8	2.13.54,17	+2,92	101. 8.16,4	-10,2	Yarnall, 1041.
6.	8	»	+2,92	»	-10,1	Id.
7.	8.5	2.48. 4,00	+3,03	94.42.33,5	- 9,5	$\frac{1}{2}$ (Gl. cat. 661 + Schj.
8.	9	2.45.49,62	+3,03	94.59.21,2	- 9,4	Schjellerup 801.
9.	9	23. 5. 0,32	+2,33	99.14. 7,3	-15,4	Schjellerup 9527.
9.	9	»	+2,32	»	-15,3	Id.
9.	9	»	+2,30	»	-15,2	Id.
10.	9	1.11.39,13	+3,04	78.17.56,0	-16,0	Lamont, 179.
11.	7	1. 6.23,13	+3,03	78.19. 2,9	-16,4	Glasgow cat. 287.
11.	7	»	+3,04	»	-16,5	Id.
12.	8	0.59.14,66	+3,00	79.17.18,9	-17,1	Weisse, 1009, h. O.

DEMANDE CONCERNANT LES OBSERVATIONS DE LA COMÈTE PONS-BROOKS

MM. Schulhof et Bossert prient MM. les observateurs qui auraient encore des observations inédites de la comète Pons-Brooks de vouloir bien les leur adresser à l'observatoire de Paris.



REVUE DES PUBLICATIONS ASTRONOMIQUES.

L. DE BALL. — MASSE DE LA PLANÈTE SATURNE, déduite des observations des satellites Japet et Titan, faites à l'Institut astronomique de Liège. Bruxelles, 1887, in-4°.

On sait que les déterminations les plus récentes tendent à attribuer à la planète Saturne une masse plus grande que celle que Bessel avait déduite de ses observations de Titan. Néanmoins, le nombre de Bessel (1; 3501) est encore celui que les astronomes préfèrent, et il est plus fort que celui de Le Verrier (*Bulletin*, I, p. 33). M. Asaph Hall, se fondant sur les observations de Japet, faites à Washington, a trouvé la masse de Saturne égale à 1; 3481 (*Bulletin*, III, p. 397); plus tard, les elongations moyennes de Titan, Rhéa, Dione et Téthys lui ont donné des nombres compris entre 3450 et 3480, dont la moyenne, 3479, s'accorde avec le résultat de ses premières recherches, et aussi avec le résultat provisoire de M. W. Meyer (*Bulletin*, I, p. 252). Il faudrait, d'après cela, augmenter la masse de Bessel de $\frac{1}{180}$ de sa valeur; mais déjà M. Hill a fait remarquer que ses recherches sur les perturbations mutuelles de Jupiter et de Saturne ne paraissent pas confirmer la nécessité de cette augmentation.

M. Hermann Struve, à son tour, a essayé de déduire la masse de Saturne d'une série de mesures des positions relatives de Japet et de Titan, puis de Titan et de Rhéa (*Bulletin*, II, p. 100); les nombres obtenus sont compris entre 3460 et 3497. C'est ce dernier travail qui a inspiré à M. L. de Ball l'idée d'entreprendre, à l'observatoire de Liège, une série de mesures analogues, dont il vient de publier les premiers résultats. Les observations, commencées le 2 novembre 1885, étaient terminées le 2 avril 1886; elles ont fourni : 43 positions relatives de Japet et Titan; 36 de Titan et Rhéa; 27 de Rhéa et Téthys; 29 de Rhéa et Dione; 22 de Dione et Téthys. Ce sont, en partie, des différences d'ascension droite et de déclinaison, en partie des angles de position et distances. L'instrument dont M. de Ball a fait usage est le réfracteur de 10 pouces (0^m,25); les grossissements employés ont varié entre 200 et 430 fois.

M. de Ball publie aujourd'hui les résultats de ses observations relatives à Japet et Titan. Après avoir donné tous les détails des mesures, il en déduit les différences des coordonnées rectangulaires des satellites, rapportés au centre de Saturne, et les compare à deux systèmes d'éléments provisoires (éléments de Bessel pour Titan, de M. Asaph Hall pour Japet). Il forme ensuite les équations de condition, d'où il tire vingt-quatre équations normales pour les corrections des éléments, et

finale^{ment} ces corrections elles-mêmes. En les ajoutant aux éléments adoptés, M. de Ball obtient les systèmes suivants :

	Japet.	Titan.
Époque.....	1886, févr. 0,0 Gr.	1886, févr. 0,0 Gr.
E.....	45° 13', 0	15° 19', 6
P.....	355° 48', 2	272° 5', 0
e.....	0,02747	0,02867
Δ.....	515", 04	176", 55
n.....	141° 56', 7	168° 16', 8
i.....	18° 30', 0	27° 47', 7

Les élongations moyennes lui donnent, pour la masse de Saturne, les nombres suivants :

Japet.	Titan.
$\frac{1}{3491,0'}$	$\frac{1}{3501,0'}$

En les réunissant dans une moyenne, M. de Ball trouve, pour le dénominateur, le nombre $3492,8 \pm 1,6$ (erreur prob.). Nous attendons avec impatience la publication des résultats des autres séries.

R. R.

Folie (F.). — Théorie des mouvements diurne, annuel et séculaire de l'axe du monde. (*Bulletin de l'Académie royale de Belgique*, t. XIV, n° 8; 1887.)

M. Folie annonce la troisième et dernière Partie du Mémoire portant le titre ci-dessus. Il montre, dans une Addition, qu'à la nutation diurne doivent correspondre dans la vitesse linéaire d'un point de la croûte terrestre, vers 45° de latitude, des changements peut-être susceptibles d'être mis en évidence par des expériences délicates : soit en observant les mouvements d'un flotteur dans un bassin, soit, d'après M. Ronkar, au moyen d'un pendule; si l'axe du pendule ou le bassin n'ont pas un mouvement d'entraînement uniforme, par le fait de la nutation diurne, les forces d'inertie doivent intervenir dans l'étude des mouvements relatifs que nous observons.

Transit of Venus, 1882 (88 pages in-4°).

La Commission anglaise pour le passage de Vénus du 6 décembre 1882 vient de publier son Rapport; M. Stone donne comme résultant de la discussion les nombres suivants :

Contacts extérieurs à l'entrée.....	$\pi = 8,760 \pm 0,122$
» » à la sortie.....	$\pi = 8,953 \pm 0,048$
Contacts intérieurs à l'entrée.....	$\pi = 8,823 \pm 0,023$
» » à la sortie.....	$\pi = 8,855 \pm 0,036$

En combinant les deux contacts internes, M. Stone arrive à cette valeur de la parallaxe

$$\pi = 8'',832.$$

Le détail des observations tient plus de 80 pages.

L'observatoire de Cordoba.

Le sixième Volume des observations de l'observatoire de Cordoba, qui a été publié récemment, contient principalement les observations faites en 1875 pour le grand Catalogue des zones, que le Dr Gould a si bien mené à fin. En totalité, 38 121 positions d'étoiles ont été obtenues en 1875, sur lesquelles 22 315 se rapportent aux zones allant du n° 620 au n° 724. Les observations restantes comprennent 12 661 observations de 4373 étoiles pour le *Catalogue général*, 1463 d'étoiles polaires et 1682 d'étoiles horaires. On a aussi observé les étoiles de certains amas. Ce Volume met en lumière, comme les autres volumes publiés par le Dr Gould, l'énergie et l'esprit de suite avec lesquels il a poursuivi sa grande entreprise. Toutes les précautions ont été prises pour rendre les observations aussi exactes, aussi nombreuses que possible. Pour les étoiles du *Catalogue général*, on lisait les quatre microscopes et l'on prenait les passages à trois couples de fils. Pour les zones, deux étoiles horaires et une circompolaire à son passage supérieur et inférieur étaient observées au commencement, et de même à la fin, sans compter les observations pour les constantes. Les déterminations séparées des étoiles du *Catalogue général* sont données, en même temps que leurs positions moyennes. Les Tables employées pour la réduction des différentes zones complètent le Volume. (*Nature*, n° 935.)

Publications of the Washburn Observatory, t. V.

Ce Volume a été publié par M. J.-E. Davies, chargé de l'intérim depuis le 1^{er} juillet 1886. Dans l'hiver de 1885, M. Holden quitta, comme on sait, la direction de l'observatoire Washburn pour prendre celle de l'observatoire Lick.

Les deux assistants, M. Updegraff et miss Lamb, ont eu d'abord à compléter les observations et les réductions pour la liste des 303 étoiles du Catalogue de la *Société astronomique*; ensuite ils ont été occupés par la recherche des erreurs de division du cercle méridien de Repsold (recherche limitée aux deux diamètres employés dans les observations de la Polaire et du Nadir), et par la détermination de la latitude au moyen de la Polaire.

A ce moment, M. Davies prit la charge de l'observatoire. M. Upde-

graff et miss Lamb s'occupèrent de l'observation des déclinaisons d'une nouvelle liste d'étoiles pour déterminer la latitude et les erreurs instrumentales en déclinaison, en observant des étoiles, par couples, dans les deux positions du cercle, et à égale distance au sud et au nord du zénith. M. Davies fit des observations au grand équatorial avec ses assistants (observations de Sapho, de la comète *b* 1887 et d'étoiles doubles).

Une moitié du Volume est prise par un Index de certaines classes d'étoiles contenues dans les Catalogues de Greenwich et réduites à 1875,0. Miss Lamb est l'auteur de cet utile travail, indiqué naguère par Argelander, et dont l'objet est d'éviter au calculateur la peine de chercher dans les six Catalogues une étoile qui doit sans doute se trouver dans l'un d'eux. Comme les Catalogues sont ramenés à six époques différentes, le travail d'identification devient considérable. Le travail a été fait d'après les conseils de M. Holden et de M. Krueger.

Un Appendice de 23 pages contient la discussion des observations de latitude et des erreurs instrumentales en déclinaison.

L'observatoire Dearborn, à Chicago.

Le rapport du Directeur de l'observatoire Dearborn, récemment publié, se rapporte à une période de deux années, jusqu'au 10 mai 1887. Le travail principal du Prof. Hough est celui qu'il a exécuté avec le grand équatorial de 18^p,5, comprenant des observations d'étoiles doubles difficiles et de Jupiter. Pendant la période embrassée par le Rapport, 130 nouvelles étoiles doubles ont été découvertes et mesurées. Parmi elles, 45 ont une distance moindre que 0",5, 11 une distance comprise entre 0",5 et 1", et les autres appartiennent à la classe des étoiles qui possèdent de très petits compagnons. Le Compagnon de Sirius a été mesuré en 1886 et aussi en 1887. La planète Jupiter a été observée systématiquement en ce qui concerne les phénomènes physiques à sa surface; une attention spéciale a été donnée, comme dans les années précédentes, à la grande tache rouge. M. Hough trouve que ses contours, sa forme et sa grandeur ont persisté sans changement notable depuis 1879. En 1885, le milieu de la tache avait une couleur beaucoup plus pâle que les bords, ce qui la faisait ressembler à un anneau elliptique. Cette forme annulaire a continué, bien que la tache se soit montrée parfois dans les trois dernières années très faible et à peine visible. Quatre dessins de la planète faits en 1886 sont donnés dans le Rapport. Des Appendices au Rapport contiennent : un Catalogue de 209 étoiles doubles nouvelles; la description d'un chronographe imprimant imaginé par M. Hough; des nébuleuses trouvées à l'observatoire Dearborn, en 1866-68, par le Prof. Safford; l'orbite du Compagnon de Sirius. (*Nature*, n° 934.)

Chandler (S.-C.). — The almucantar; an investigation made at the observatory of Harvard College, in 1884-1885.

Les recherches et observations de M. Chandler, auquel s'est fréquemment associé le professeur Rogers, forment un fort volume, le tome XVII des *Annales de l'observatoire d'Harvard*. Nous renverrons aux différents Rapports annuels du Directeur, M. E.-C. Pickering, où il a été souvent question des problèmes astronomiques que le nouvel instrument (*Bulletin*, I, p. 37) permet d'aborder avec avantage. Entre les mains d'observateurs aussi habiles que MM. Chandler et Rogers, l'*almucantar* a donné des résultats d'une précision remarquable.

Publications of the Morrison Observatory, Glasgow, U. S., n° 1; in-4°, iii pages.

L'observatoire Morrison a été fondé avec un don de miss Bérénice Morrison et le Volume actuel a été préparé par le Directeur, M. C.-W. Pritchett. Il contient une description de l'observatoire et de ses instruments, le détail de la détermination des coordonnées géographiques de l'observatoire, avec un grand nombre d'observations diverses, faites par le Directeur et MM. H.-S. Pritchett et C.-W. Pritchett. Les instruments de l'observatoire sont un équatorial de 0^m,31 et un cercle méridien de 0^m,15 d'ouverture, avec des cercles divisés de 0^m,61 de diamètre.

Les observations comprennent : des mesures d'étoiles doubles; des occultations; le passage de Mercure, en 1878; des mesures du diamètre de Mars; des observations de comètes, de Jupiter et Saturne, et de la figure et des dimensions d'Uranus.

Publications de l'observatoire astronomique de l'Université de Turin.

Nous remarquons trois fascicules comprenant des observations des comètes Finlay et Barnard-Hartwig, suivies de remarques sur l'aspect physique des comètes; un travail étendu sur la détermination de la latitude de la station astronomique de Termoli, au moyen de l'instrument des passages dans le premier vertical, par le professeur Francesco Porro. M. Angelo Charrier, assistant de l'observatoire de l'Université, a publié, d'autre part, un *Bullettino* réunissant les données météorologiques de l'année 1886.

Hauteurs des nuages en été.

La connaissance des hauteurs et des mouvements des nuages est d'un
Bulletin astronomique. T. V. (Février 1888.) 5

grand intérêt pour la Science, et d'une importance particulière pour la prédiction du temps; aussi le sujet a-t-il été étudié avec beaucoup de soin, durant les dernières années, par les météorologistes, principalement en Amérique et en Suède. Dans le dernier Rapport du *Meteorological Council* pour 1885-86, on trouvera un résumé des essais poursuivis par cette Institution pour obtenir les photographies des nuages; et dans le *Meteorologische Zeitschrift* de mars 1887, MM. Ekholm et Hagström ont publié un sommaire intéressant des résultats des observations faites à Upsal pendant les étés de 1884 et 1885 (*Bulletin*, II, p. 582). Les résultats dont il s'agit pour le moment sont basés sur environ 1500 mesures de *hauteur*; les *mouvements* formeront l'objet d'un autre Mémoire. On a trouvé que les nuages sont formés à tous les niveaux, mais qu'ils se rencontrent plus fréquemment à certaines élévations. Les hauteurs moyennes des principales formes de nuages sont approximativement les suivantes : stratus, 600^m; nimbus, 1500^m; cumulus (base), 1370^m; sommet, 1800^m; cumulo-stratus (base), 1400^m; faux cirrus (une forme qui accompagne souvent les cumulo-stratus), 3900^m; cirro-cumulus, 6400^m; cirrus, 8800^m (la plus grande hauteur étant 12500^m). Le maximum de fréquence des nuages se trouverait vers 700^m et 1700^m. D'une manière générale, toutes les formes de nuages ont une tendance à monter pendant le cours de la journée; le changement, en exceptant les cumulus, s'élevant à 2000^m environ. Dans la matinée, quand les cirrus sont à leur niveau inférieur, les cirro-cumulus, forme inférieure des cirrus, prédominent; et dans la soirée, quand la hauteur des cirrus est maximum, les cirro-stratus, forme supérieure des cirrus, sont plus fréquents. Quant à la relation entre le temps et la hauteur des nuages, les hauteurs des bases des cumulus sont à peu près constantes dans toutes les conditions. Pour les sommets, ils s'abaissent dans le voisinage d'un maximum barométrique; ils s'élèvent avec une dépression et atteignent leurs plus grandes hauteurs dans les orages accompagnés de tonnerre; l'épaisseur des cumulo-stratus atteint parfois plusieurs kilomètres. Les formes supérieures des nuages paraissent flotter aux niveaux inférieurs dans la région d'une dépression. Les formes des nuages sont identiques dans toutes les parties du monde, comme il résulte de Mémoires lus récemment par M. Abercromby devant les Sociétés météorologiques anglaise et écossaise. (*Nature*, n° 922. Voir aussi *Comptes rendus*, t. CV, p. 936.)

O. C.

ANNUAIRE POUR 1888, PUBLIÉ PAR LE BUREAU DES LONGITUDES.

Ce volume, que ses services ont rendu si justement populaire, a reçu cette année des améliorations nombreuses. L'Avertissement rappelle ainsi ses développements successifs, depuis sa création en 1795 :

« Dans les premières années, ce Recueil ne contenait que quelques données extraites de la *Connaissance des Temps* et relatives au calendrier, aux phénomènes astronomiques de l'année, ainsi que de courts articles sur les mesures métriques, la géographie de la France et des nations étrangères, etc.

« Il ne comptait pas quatre-vingts pages.

« Mais la faveur croissante avec laquelle ce petit Livre fut accueilli dès son apparition engagea le Bureau à le compléter et à l'enrichir successivement.

« On étendit les articles et on en ajouta de nouveaux.

« Bientôt s'introduisit l'usage des Notices ou d'articles sur un sujet déterminé. Ces Notices, très courtes d'abord, portèrent sur les découvertes géographiques récentes, sur la géodésie française, le système métrique, l'économie politique, etc.

« Vers 1810, le Bureau enrichit l'*Annuaire* d'extraits empruntés aux Œuvres de Laplace, et spécialement à l'*Exposition du système du Monde*.

« Ces extraits figurèrent, dans le Recueil, jusqu'à la mort de Laplace, arrivée en 1827.

« Déjà, dès 1824, Arago, succédant à Delambre comme titulaire au Bureau, avait commencé cette longue série de Notices qui obtinrent un si grand succès et contribuèrent puissamment à populariser l'*Annuaire*. Elles ne furent interrompues que par la mort du grand astronome-physicien, en 1853.

« L'*Annuaire* resta plus de dix années sans Notices.

« Mais le public, habitué à un complément qu'Arago avait su rendre si intéressant, réclamait vivement. Delaunay, à la demande du Bureau, commença alors une série de savantes Notices, qui embrasse la période de 1865 à 1872.

« M. Faye lui succéda et, bien qu'à partir de cette époque plusieurs membres du Bureau prirent successivement la parole dans l'*Annuaire*, M. Faye en resta le rédacteur principal et celui auquel notre Recueil est le plus redevable.

« Mais, pendant que les Notices gagnaient ainsi en importance dans l'*Annuaire*, les documents et les renseignements que le Bureau y intro-

duisait dans l'intérêt de ses lecteurs augmentaient d'année en année la grosseur du volume qui, ayant, comme nous le disions, quatre-vingts pages au début, en comptait en 1887 près de neuf cents. »

A cause de la diversité de plus en plus grande des matières traitées dans l'*Annuaire* et pour utiliser au mieux toutes les compétences, ainsi que pour répartir d'une manière plus égale le travail entre ses membres, le Bureau a décidé la formation d'une Commission, prise dans son sein (formée de MM. l'amiral Cloué, Cornu, Janssen élu Président), chargée du choix et de la rédaction de tous les articles de l'*Annuaire*. M. Lœwy reste chargé de la partie astronomique et de la direction de l'impression.

L'*Annuaire* de 1888 est le premier dont la rédaction est due à cette Commission, qui, pour éviter de grossir démesurément le volume, a pris le sage parti de ne répéter tous les ans que les données et les renseignements d'un usage très général. Quant aux articles étendus, tels que ceux relatifs à la Thermochimie, à la Géographie, à la Statistique, etc., ils ne seront reproduits qu'à des intervalles assez longs, quand des documents nouveaux exigeront en quelque sorte une nouvelle mise à jour. Conformément à ces principes, pour l'article Géographie et Statistique, très développé dans l'*Annuaire* de 1887, on n'a reproduit que les Tableaux récapitulatifs les plus importants.

L'article des comètes, de MM. Lœwy et Schulhof, a été réduit aussi, mais aux comètes de 1886 on a ajouté l'historique complet des comètes de 1845 à 1849, qui n'avait pas encore figuré dans l'*Annuaire*.

L'espace gagné ainsi a permis de donner plus d'extension à d'autres parties :

M. Cornu a complété les articles concernant les calendriers, en y ajoutant un article sur l'année romaine avec un Tableau permettant de trouver à vue le quantième d'un mois correspondant à une date de l'année romaine, ou inversement (p. 31-32). Plus loin (p. 138-141), il indique des procédés très pratiques pour la construction du cadran solaire ordinaire.

M. Bouquet de la Grye a donné quelques Tableaux sur les observations magnétiques faites récemment par la Marine, sur les variations de la température de l'air et des mers, etc.

M. Lœwy a augmenté encore la partie astronomique : il a ajouté les Tables de réfraction de la *Connaissance des Temps*, une Table pour la durée du crépuscule civil (qui finit lorsque le Soleil est à 6° au-dessous de l'horizon) et une autre pour la durée du crépuscule astronomique (abaissement de 18°).

Le Catalogue des étoiles variables, qui rend de grands services aux astronomes, est toujours très complet.

Comme à l'ordinaire, ce Volume a deux Tables étendues (Table des Matières et Table alphabétique); mais, en outre, on a ajouté au commencement du Volume une *Table des principaux Chapitres*, qui a été reproduite sur la dernière page de la couverture, et qui simplifie beaucoup la plupart des recherches.

L'*Annuaire* se termine par les trois Notices suivantes :

1° *L'Age des étoiles*, par M. Janssen, Membre de l'Académie des Sciences, discours lu dans la séance publique annuelle des cinq Académies, du 25 octobre 1887 (p. 709-728).

Cette Notice serait à reproduire en entier; à défaut d'espace, nous allons l'analyser succinctement.

Herschel croyait le Soleil habité et Arago le croyait habitable. Maintenant aucun astronome n'admet « la possibilité du développement de la vie dans notre grand foyer central », mais la Science d'aujourd'hui le considère comme « le grand réservoir des forces qui doivent animer et conserver tout le système ».

Malgré la puissance des instruments actuels et les récents progrès de la Photographie solaire (que la Science doit surtout aux recherches persévérantes de M. Janssen lui-même), nous ne pouvons distinguer sur le Soleil des objets de moins de 50^{km} de diamètre. Aussi ce n'est point à l'observation directe que l'on doit ces idées nouvelles sur le rôle et la constitution du Soleil, mais aux « grandes découvertes réalisées en Physique céleste dans ces derniers temps, rapprochées des connaissances que l'invention des lunettes a introduites dans la Science ». On a été ainsi conduit à « introduire dans l'Univers la notion d'âge et d'évolution qui, jusqu'ici, avait été réservée à une classe de phénomènes terrestres ». Et M. Janssen ajoute : « C'est à montrer ce que signifient exactement ces mots d'âge et d'évolution appliqués aux astres, et comment nous sommes conduits à les admettre dans la Science, que je consacrerai cette courte lecture. »

Dans un développement historique il examine comment on a été conduit à admettre pour les étoiles « un commencement, une période d'activité, un déclin, une fin ».

L'idée d'évolution des astres, qu'on trouve déjà dans les écoles grecques, est arrêtée par les idées cosmogoniques du moyen âge; mais, avec la Renaissance, elle reçoit des bases solides dans les découvertes de Galilée sur les planètes. Descartes formule cette idée étonnante qui renferme en un mot l'origine, le passé et l'avenir de la Terre : « La Terre est un Soleil encroûté. » Les travaux de W. Herschel le condui-

sent à considérer les nébuleuses comme des mondes en formation dans des états plus ou moins avancés. Enfin le spectroscope vient montrer que c'est partout la même matière qui constitue ces mondes si divers, et donner sa base la plus solide à l'idée d'évolution des astres, idée que nous voyons s'élever successivement de la Terre aux planètes avec Galilée, des planètes au Soleil avec Descartes, du Soleil aux nébuleuses et aux étoiles avec Herschel. « Il est donc légitime de prononcer le mot d'*évolution* quand on parle des étoiles. Il est donc légitime aussi de leur appliquer le mot *âge*, qui n'est qu'une conséquence du premier. »

Pour fixer l'âge relatif des étoiles, on admet que, toutes choses égales d'ailleurs, plus la température d'un astre est élevée, plus durera encore sa période d'activité.

Et comme le spectre d'un corps s'enrichit de plus en plus vers son extrémité violette à mesure que sa température s'élève, le spectroscope indiquera quelles étoiles sont les plus jeunes ou les plus anciennes : Sirius, Véga et le plus grand nombre des étoiles visibles à l'œil nu sont dans leur *jeunesse*, tandis qu'Aldébaran, Arcturus et notre Soleil l'ont déjà passée depuis longtemps. »

M. Janssen termine par des considérations élevées sur le rôle de la Science.

2° Notice sur le *Congrès astronomique international*, réuni à l'Observatoire de Paris, en avril 1887, pour l'exécution de la Carte photographique du Ciel; par M. le contre-amiral E. Mouchez, Directeur de l'Observatoire de Paris (p. 729-754).

« La réunion du Congrès astronomique international, que permettaient d'espérer les récents progrès réalisés en Photographie céleste et le projet de Carte du ciel, exposés dans la Notice du précédent *Annuaire*, a eu lieu au mois d'avril dernier à l'Observatoire de Paris, avec tout le succès qu'on pouvait désirer.

» Presentis depuis quelques mois au sujet de cette réunion, les astronomes les plus éminents de France et de l'étranger en avaient reconnu l'opportunité, et ils ont répondu à notre appel avec autant d'empressement que de courtoisie.

» Pour donner aux résolutions du Congrès le plus d'autorité possible, les invitations furent adressées officiellement, au nom de l'Académie des Sciences, par voie diplomatique, aux directeurs des principaux observatoires, aux savants et aux astronomes qu'on supposait s'intéresser plus particulièrement à la Photographie astronomique. Presque toutes ces invitations furent acceptées, et cinquante-six membres, représentant seize nations différentes, assistèrent au Congrès ».

Suit la liste de ces membres, que le *Bulletin* a déjà donnée, ainsi que les résolutions adoptées, la composition du Comité permanent et celle de son Bureau (*Bulletin*, IV, p. 130).

« En laissant de côté toutes les questions techniques de détail qu'il a eu à étudier, le Congrès avait, en résumé, deux résolutions fondamentales à prendre : la première sur le genre d'instrument à choisir, *réflecteur* ou *réfracteur*, la seconde sur l'étendue et la définition même du travail à entreprendre.

« La première question fut résolue à l'unanimité en faveur du réfracteur quand les savants anglais eurent déclaré que, « si les télescopes sont « préférables pour photographier certains corps célestes peu lumineux, « tels que les nébuleuses et les comètes, ils exigent cependant beaucoup « plus de soin et d'habileté de la part de l'observateur ; et que les lunettes, « d'après les résultats déjà obtenus, étaient dès lors préférables pour un « grand travail tel que la Carte du ciel. » La deuxième question, qui n'a pas réuni tout à fait la même unanimité, consistait dans la limite de grandeur des étoiles à photographier. »

La limite adoptée pour les clichés de la Carte est la 14^e grandeur. M. Mouchez regrette qu'on ne soit pas allé jusqu'à la 15^e. « On a fait deux objections contre l'extension du levé au delà de la 14^e grandeur : la première, sur la longueur du temps nécessaire pour l'achèvement de la Carte ; la seconde, sur l'impossibilité où seraient les astronomes des siècles à venir d'étudier avec les moyens dont nous disposons aujourd'hui les 30 ou 40 millions d'étoiles peut-être qui figureraient sur nos clichés. » La seconde objection est bien peu fondée, puisque cette abondance de bien ne saurait nuire. Quant à la première, M. Mouchez montre, d'après un relevé qu'il a fait sur les registres de l'observatoire de Paris, que la moyenne du temps observable chaque nuit est de 4 heures en moyenne, soit 1400 heures par an, de sorte qu'il ne faudrait pas plus de quatre années pour faire la Carte jusqu'aux 15^e grandeur. Aussi il espère que le Comité permanent examinera de nouveau cette question et que les observatoires qui participeront à ce travail, favorisés par un ciel plus pur que celui de Paris et peut-être par des améliorations nouvelles, « pourront, sans dépasser beaucoup les limites de temps prévues par le Congrès, obtenir les étoiles de 15^e grandeur ».

Déjà onze observatoires, non compris celui de Paris, ont commandé leurs instruments, et M. Mouchez espère pouvoir publier un *Bulletin spécial*, « pour établir des relations continuelles entre tous les observatoires qui prendront part au travail et les tenir au courant de la marche des opérations ainsi que de tous les progrès qui peuvent les intéresser ».

La Notice se termine par les trois Notes suivantes :

Note A. — Programme proposé par le Comité provisoire.

Note B. — Résolutions votées par le Congrès.

Note C. — Études préparatoires à effectuer par divers Membres du Congrès avant le commencement de la Carte du ciel.

3° *Récit d'un voyage magnétique en Orient*, par M. Antoine d'Abbadie.

Cette Notice, qui, par sa nature, ne se prête pas à l'analyse, débute par un historique des premières observations de déclinaison et d'inclinaison magnétiques. M. d'Abbadie quitta la France dans l'automne de 1884 et détermina les éléments magnétiques successivement dans les stations suivantes : Athènes, Ramleh, Le Caire, Suez, Jiddah (port de La Mecque), Imakullu près de Muçawwa, Hodaydah, Aden, Barbirah (côte des Somalis); puis au retour à Jiddah, Sawakin, Suez, Aswan, Louqsor, Assyut, Le Caire, le sommet de la grande pyramide, Jérusalem, Damas, Pera (faubourg de Constantinople), le Pirée, Naples et Rome.

G. B.

COMPTES RENDUS DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES, t. CV, n° 20-26.

Cornu (A.). — Sur un arc tangent au halo de 22°, observé à Paris le 8 novembre 1887.

Cet arc tangent, rare dans nos climats, a été observé sans le halo lui-même, ce qui est plus rare encore.

Faye. — Sur la « Bibliographie générale de l'Astronomie », publiée à Bruxelles par MM. Houzeau et Lancaster.

En présentant à l'Académie la première Partie du tome I, M. Faye analyse son contenu et adresse de justes éloges à cet Ouvrage, dont nous avons déjà donné une courte analyse (*Bulletin*, IV, p. 468).

Nils Ekholm. — Mesures des hauteurs et des mouvements des nuages au Spitzberg et à Upsala.

Deux observateurs placés aux extrémités d'une base de longueur convenable et armés de théodolites avec simple tube viseur, sans lentille, communiquent entre eux au moyen de téléphones. Après s'être accordés sur le même point du nuage, convenable à viser, ils fixent d'avance la seconde précise à laquelle ils feront l'observation, qu'ils répètent aussi souvent que le permet la déformation plus ou moins rapide du nuage. M. Nils Ekholm donne ensuite la méthode qu'il a employée avec M. Hagström pour calculer les hauteurs du nuage, la direction de son mouvement et sa vitesse.

* *Tacchini (P.)*. — Observations solaires faites à Rome, pendant le 3^e trimestre de l'année 1887.

Le nombre des taches et des groupes est plus grand que dans le trimestre précédent; leur étendue est aussi plus considérable. Quant aux facules, leur fréquence et leur extension est restée la même pendant les trois premiers trimestres de 1887, mais le nombre des protubérances solaires a augmenté.

Plus grande hauteur observée dans les protubérances (2 juillet) : 150".

Norman Lockyer. — Recherches sur les météorites. Conclusions générales.

Cette Note paraît donner les conclusions d'un travail beaucoup plus étendu, et sa forme très condensée ne se prête pas à l'analyse.

Obrecht. — Passage de Vénus de 1874. Application d'une nouvelle méthode de discussion aux résultats obtenus par les Missions françaises.

Nous avons rendu compte (*Bulletin*, IV, p. 148) d'une nouvelle méthode développée par M. Obrecht pour discuter les observations photographiques du passage de Vénus. Maintenant il applique cette méthode aux plaques obtenues dans les Missions françaises en 1874.

Dans la première Note, M. Obrecht avait montré que, si l'on représente par D la distance des centres du Soleil et de Vénus à l'époque t ; par A , V , T trois constantes se rapportant à une station, et par $f(t)$ une correction très petite, on a

$$D = \sqrt{A^2 + V^2(t - T)^2} + f(t).$$

Le calcul de la parallaxe du Soleil comprend, par suite, deux opérations distinctes : 1^{re} détermination, pour chaque station, des valeurs les plus probables des trois constantes; 2^o comparaison entre elles des plus courtes distances fournies une par chaque station.

Pour calculer A , V et T , M. Obrecht est parti d'une valeur provisoire $\pi = 8''.86$ de la parallaxe; il a calculé A , V , T et enfin la valeur correspondante D_c de D ; puis, au moyen de la comparaison avec les observations, les corrections δA , δV , δT et δD_c de ces quantités. (Il donne un exemple numérique tiré des observations de la Mission de Saint Paul.)

Cela étant fait pour chaque station, il passe au calcul de la parallaxe et, pour la valeur provisoire adoptée, il trouve la correction

$$\delta\pi = -0''.06 \pm 0''.06,$$

de sorte que la valeur la plus probable de la parallaxe solaire sera $8'',80 \pm 0'',06$.

Stanislas Meunier. — L'évolution sidérale.

A propos du discours de M. Janssen sur l'âge des étoiles ⁽¹⁾, l'auteur rappelle que depuis près de vingt ans il a attiré l'attention sur la phase météoritique qui, pour lui, succède aux phases nébuleuses, stellaires planétaires, et représente « le dernier terme des métamorphoses astrales ». Il ajoute que cette conclusion résulte pour lui « exclusivement de recherches d'ordre surtout chimique, poursuivies dans le laboratoire, sur la composition des météorites ».

Janssen (J.). — Remarques relatives aux Communications de M. Norman Lockyer et de M. Stanislas Meunier.

« L'idée d'évolution chez les astres, considérée comme un principe découlant de l'ensemble des travaux et des découvertes de la Science depuis la Renaissance jusqu'à nous, et non comme une hypothèse ou comme une vérité rendue probable par un ordre déterminé de faits seulement n'avait pas été formulée. » M. Janssen annonce que sa lecture sur l'Âge des étoiles n'est qu'une courte esquisse d'un travail beaucoup plus étendu ⁽¹⁾.

Bertrand (J.). — Théorème relatif aux erreurs d'observation.

En voici l'énoncé : « Si l'on renouvelle un nombre pair de fois la mesure d'une grandeur et qu'on associe les résultats deux à deux dans un ordre réglé par le hasard, en distinguant, dans chaque groupe de deux, la plus grande et la plus petite des erreurs fortuites, le rapport de la somme des premières à la somme des secondes, lorsque le nombre d'épreuves augmente, converge vers $\sqrt{2} + 1 = 2,41$. »

Une série de 100 observations de Bradley a donné pour ce nombre 2,41. Quatre autres nombres, déduits d'observations d'un autre genre, donnent des résultats analogues, et la moyenne des cinq est 2,39.

M. Faye fait à ce propos la remarque suivante :

« Si l'on considère toutes les combinaisons deux à deux des erreurs, les rapports des sommes correspondantes aux plus grandes et aux plus petites de ces erreurs sont compris entre les limites 1 et 3,915, infiniment peu probables par elles-mêmes, mais dont la moyenne 2,457 diffère peu du nombre 2,414 relatif au tirage au sort. »

⁽¹⁾ Nous donnons une analyse détaillée de ce discours, p. 61 de ce volume.

Plus loin, M. Bertrand énonce sur le même sujet les deux théorèmes suivants :

« I. Si une même grandeur est mesurée un grand nombre de fois et que l'on groupe les mesures deux par deux dans un ordre réglé par le hasard, en choisissant dans chaque groupe la plus grande des erreurs commises, le rapport de la moyenne des carrés de ces erreurs maxima à la moyenne des carrés de toutes les erreurs converge vers la valeur $1 + \frac{2}{\pi}$, lorsque le nombre des épreuves augmente indéfiniment.

« II. Si l'on groupe les mesures trois par trois, dans un ordre réglé par le hasard, la moyenne des carrés des plus grandes erreurs de chaque groupe divisée par la moyenne des carrés de toutes les erreurs a pour valeur probable $1 + \frac{2\sqrt{3}}{\pi}$ et s'approche indéfiniment de cette valeur lorsque le nombre des épreuves augmente. »

Stanislas Meunier. — Les météorites et l'analyse spectrale.

Dans la Note dont il vient d'être question, M. Lockyer avait en quelque sorte assimilé les météorites à des molécules amorphes « dont les propriétés chimiques et physiques peuvent être considérées indépendamment de la structure ». M. Stanislas Meunier combat cette manière de voir et continue ainsi : « M. Lockyer ne fera jamais admettre à un lithologiste ayant étudié de près les roches cosmiques que « les météorites proviennent » de la condensation de vapeurs produites par des collisions », et que « les » petites particules s'accroissent au moyen de la fusion, aussi produite par » les collisions, et continuent à s'accroître jusqu'à ce que les météorites » soient assez grandes pour s'écraser par collisions quand la chaleur du » choc ne suffit pas à produire la volatilisation de toute la masse ».... La célèbre météorite de Pallas ne peut aucunement résulter de réactions par voie de fusion, et sa nature suppose nécessairement l'existence antérieure d'un ensemble volumineux et compliqué dont elle faisait partie. » L'auteur croit en outre que certains astronomes, dans les dernières années, se sont trop avancés en identifiant les météorites avec les étoiles filantes et avec les corpuscules qui composent peut-être la lumière zodiacale.

Bigourdan (G.). — Nébuleuses nouvelles découvertes à l'observatoire de Paris.

Cette liste, qui complète celle qui a été indiquée dans le *Bulletin* (IV, p. 529), porte à 102 le nombre de ces nébuleuses nouvelles. Elle est suivie de remarques relatives à d'anciennes nébuleuses dont les positions étaient très erronées, et à d'autres qu'on ne retrouve plus dans le ciel.

Janssen (J.). — Sur l'application de la Photographie à la Météorologie.

Pour contrôler ses études sur l'absorption élective de l'oxygène (voir *Bulletin*, III, p. 402, et IV, p. 527), M. Janssen a séjourné à l'observatoire du sommet du pic du Midi: il en a profité pour faire prendre des images de divers phénomènes météorologiques, et il insiste sur les services que la Photographie est appelée à rendre à la Météorologie.

Callandreau (O.). — Recherches sur la théorie de la figure des planètes; étude spéciale des grosses planètes.

On a vu (*Bulletin*, IV, p. 435) que, dans un premier Mémoire, M. Callandreau a calculé les deux constantes $\frac{C-A}{M}$ et $\frac{C-A}{C}$ jusqu'aux termes du deuxième ordre inclusivement; et il a trouvé que, à ce degré d'approximation, elles s'expriment au moyen des seules données superficielles.

Les formules ont une précision plus que suffisante dans le cas de la Terre et sans doute aussi des autres planètes inférieures; « mais, pour les planètes supérieures, une étude spéciale des petits termes de correction était nécessaire : c'est le but du présent Mémoire ».

Citons quelques nombres obtenus par M. Callandreau dans le cas de Saturne :

La densité superficielle de la planète serait inférieure au $\frac{1}{3}$ de la densité de l'eau;

La valeur de la constante $\frac{C-A}{M}$ (0,0194) coïncide avec le nombre de M. Tisserand (*Mémoire sur la masse de l'anneau de Saturne*);

La valeur de la seconde constante $\frac{C-A}{C}$ est voisine de 0,08.

Poincaré (A.). — Sur les relations du baromètre avec les positions de la Lune.

Cruls. — Sur la valeur de la parallaxe du Soleil, déduite des observations brésiliennes, à l'occasion du passage de Vénus sur le Soleil, en 1882.

Les observations des contacts furent faites sur l'image du Soleil projetée sur un écran et suffisamment agrandie pour réduire considérablement l'éclat du Soleil. M. Cruls a donné aux diverses observations des poids proportionnels aux carrés des diamètres des objectifs. Comme les

longitudes des stations sont bien connues, il a pu employer la méthode des équations de condition; il a adopté la valeur provisoire $8^{\circ},848$ et a trouvé pour sa correction $-0^{\circ},040$, ce qui donne $8^{\circ},808$ pour la parallaxe équatoriale horizontale du Soleil à sa distance moyenne.

Zenger (Ch.-V.). — Sur l'évolution sidérale.

L'auteur rappelle qu'il avait déjà émis, sur la Cosmogonie, des idées analogues à celles qu'a exposées M. Lockyer, et basées sur des recherches spectroscopiques. A l'appui de ce qu'il avance, M. Zenger renvoie à divers de ses Ouvrages ou Mémoires, et en particulier aux Notes qui ont été insérées dans les *Comptes rendus*.

Prix d'Astronomie.

Dans la séance publique du 26 décembre 1887, l'Académie des Sciences a décerné ainsi ses prix d'Astronomie :

Prix Lalande, à M. *Dunér* pour ses travaux sur les étoiles doubles et ses recherches de Spectroscopie stellaire;

Prix Valz, à M. *Périgaud* pour l'ensemble de ses travaux astronomiques poursuivis depuis vingt-huit ans à l'observatoire de Paris;

Prix Janssen, à feu Kirchhoff;

Prix La Caze, à MM. *Henry frères* pour l'ensemble de leurs travaux : découvertes de petites planètes, cartes écliptiques, photographie astronomique, taille des objectifs;

Médaille Arago, à M. *R.-L. Bischoffsheim* pour sa générosité envers les Sciences et en particulier pour la fondation de l'observatoire de Nice.

Comète d'Olbers. — Observations par MM. Courty et Rayet.

Planète (270). Éléments et éphéméride, par M. Viennet (2 Notes).
G. B.

THE OBSERVATORY.

T. X, décembre 1887.

Séance de la Société royale astronomique du 11 novembre 1887.

Le Président, M. J.-W.-L. Glaisher, donne lecture de deux lettres : l'une de M. Isaac Roberts, qui met à la disposition des Membres de la

Société désireux de faire des mesures ses clichés photographiques; l'autre de l'amiral Ryder, relative à la fondation d'un prix pour perpétuer la mémoire de Sir C.-F. Shadwell et encourager les officiers de la Marine.

Le Dr Spitta lit un travail *Sur les apparences présentées par les satellites de Jupiter pendant leur passage sur la planète, avec une évaluation photométrique de leurs pouvoirs réflecteurs et de la quantité de lumière réfléchie en différents points d'une sphère dépolie.*

M. Spitta s'est d'abord proposé de trouver une explication des apparences singulières constatées par les observations :

Satellite IV. — S'affaiblit en approchant du bord de la planète; brillant pendant les dix ou quinze premières minutes du passage; disparaît ensuite pendant le même temps à peu près; réapparaît comme une tache noire qui devient couleur de jais.

Satellite II. — Toujours blanc durant le passage; son éclat est très peu affecté par le voisinage du bord de la planète.

Satellite III. — Parfois il disparaît, puis se montre sous forme d'une tache noire; quelquefois il reste blanc.

Satellite I. — Ce satellite commence par disparaître et prend ensuite une teinte comprise entre le gris et le noir.

Après quelques tentatives pour isoler les satellites sur la surface de Jupiter (au moyen d'un oculaire spécial imaginé par M. Spitta), l'auteur a eu la bonne idée de reproduire les phénomènes : Jupiter était représenté par un disque de carton blanc de 0^m, 10 de diamètre, les satellites par des disques de 0^m, 003 environ, recouverts d'une ou plusieurs couches d'encre de Chine; le tout, éclairé par une puissante lanterne magique, était observé à une distance d'environ 60^m au moyen d'une lunette de 3 pouces.

Le résultat de trois premières séries d'expériences a été que les phénomènes dépendent uniquement de la différence des pouvoirs réflecteurs des disques, et cela pourvu que le grand disque fût double des petits. Un effet appréciable commence à se manifester quand la différence des pouvoirs réflecteurs approche de 0,5 (0,42); le petit disque prend une teinte grise qui devient noire si la différence des pouvoirs réflecteurs dépasse 0,8.

Les pouvoirs réflecteurs des petits disques étaient mesurés avec un photomètre à prisme muni d'un oculaire à occultation. M. Spitta et M. Plummer ont introduit quelques perfectionnements dans le photomètre de M. Pritchard (*Bulletin*, V, p. 18).

Dans une quatrième série d'expériences, M. Spitta a remplacé le disque de carton blanc de 0^m, 10 par une sphère de plâtre de même diamètre.

Un petit satellite noir d'un pouvoir réflecteur de 0,2 environ relativement au centre de la sphère s'est conduit comme le satellite IV; le pouvoir réflecteur en chaque point de la sphère où se projette le petit disque n'est pas le même, et la teinte du satellite change en conséquence. Pour se rendre mieux compte des choses, la sphère de plâtre fut partagée en différentes zones, de manière à comparer à l'effet total l'effet propre à chaque zone.

En résumé, les expériences de laboratoire que nous venons de décrire ont conduit M. Spitta à expliquer les phénomènes présentés par les satellites de Jupiter : les variations d'éclat, disparitions et réapparitions, si bien constatées pour le satellite IV surtout, ont leur origine dans le faible pouvoir réflecteur de ce satellite.

Un dernier paragraphe (le travail entier occupe 16 pages des *Monthly Notices* de novembre) est consacré à l'évaluation photométrique, au moyen du photomètre Pritchard, des pouvoirs réflecteurs des satellites.

Les nombreuses mesures faites sur les satellites avec un réfracteur d'Alvan Clark de 0^m,165 d'ouverture et celles de Jupiter faites avec l'ouverture réduite à 0^m,02 n'étaient pas immédiatement comparables. M. Spitta, sur le conseil de M. Plummer, a donc évalué directement au moyen d'étoiles la diminution de grandeur correspondante à la réduction d'ouverture. D'autres expériences, suggérées par le capitaine Abney, ont aussi été faites sur des étoiles artificielles. Le Tableau suivant résume les mesures obtenues, ainsi que celles dues à M. Pickering :

Satellites.	Pouvoirs réflecteurs.		Diamètres.
	Spitta.	Pickering.	
I.....	0,66	0,65	1,08
II.....	0,72	0,81	0,91
III.....	0,41	0,45	1,54
IV.....	0,27	0,23	1,28

N'y aurait-il pas lieu de faire quelques expériences analogues à celles de M. Spitta, pour expliquer certaines anomalies dans les occultations d'étoiles?

M. Pritchard communique la suite de ses *Recherches sur les parallaxes d'étoiles au moyen de la Photographie*. μ Cassiopée rapportée à deux étoiles de comparaison a donné 0",050 et 0",021, et, si l'on tient compte du mouvement propre, qui est très sensible, 0",068 et 0",043. Bessel avait trouvé autrefois une parallaxe négative. M. O. Struve, en 1836, obtint 0",342 au moyen de mesures micrométriques. Il faut noter le fait d'une très petite parallaxe, alors que le mouvement propre est considérable.

M. Pritchard est disposé à abandonner le procédé très laborieux appliqué à 61 Cygne (*Bulletin*, IV, p. 398) et à se limiter aux observations faites pendant cinq nuits dans chacune des quatre périodes de l'année indiquées par l'ellipse parallactique. Il espère pouvoir ainsi déterminer par an les parallaxes de 10 ou 15 étoiles. La méthode sera appliquée systématiquement à toutes les étoiles des premières grandeurs entre 15 et 2^h,5, qui atteignent à Oxford une hauteur suffisante; pour α , β , γ de Cassiopée et γ , ϵ du Cygne, le travail est déjà en train.

M. Pritchard termine en donnant le résultat provisoire des premières observations pour la Polaire: la parallaxe serait 0",052.

L'Astronome royal et M. Criswick parlent d'*Essais photographiques avec des plaques courbes* en vue d'augmenter l'étendue du champ. On a fait usage d'une lunette photographique de Dallmeyer de 4 pouces appartenant à l'un des photohéliographes du passage de Vénus; cette lunette était attachée au tube de l'équatorial Sheepshanks, employé comme pointeur.

L'Astronome royal dit que les expériences montrent la possibilité d'obtenir un champ de 4° ou 5° de diamètre avec un objectif convenable. Les plaques courbes n'ont pas d'utilité. Avec M. Turner, il s'occupe à mesurer les clichés obtenus par M. Criswick et d'étudier les déformations des bords de la plaque, ainsi que l'influence de la durée de pose.

La fin de la séance a été occupée par la lecture d'une Note de M. Turner sur les *Résultats obtenus à Greenwich avec un appareil pour la détermination des équations personnelles*. On trouvera les détails nécessaires dans l'analyse des *Monthly Notices*. Le caractère propre des expériences actuelles est que les mesures sont faites avec la lunette même qui sert aux observations. L'appareil de M. Wolf a servi de modèle.

Denning (W.-F.). — Notes sur les météores.

Étude des *Orionides*. Le point radiant peut être considéré comme fixe; il se trouve par 91° d'ascension droite et +15° de déclinaison. La période d'activité s'étend du 9 au 29 octobre.

Remarques sur les *Ariétides* (radiant par 40° et +20°) et sur quelques bolides.

Elger (T.-G.). — Notes sélénographiques.

Correspondance et Notes.

Noble (W.). — La longueur de la période appelée Saros.

Barr (J.-M.), Monck (W.-H.-S.). — L'étoile variable Algol.

Spitta (E.-J.). — Manière de percer des petits trous pour avoir des étoiles artificielles.

Un morceau de fil d'acier légèrement recuit est amené à l'état d'un cylindre aussi petit que possible avec une lime douce. On frotte ensuite ce cylindre en le roulant entre deux surfaces planes, un morceau de buis et un morceau de pierre d'Arkansas, humectés d'un peu d'huile. Il faut avoir soin que le cylindre, ou futur foret, roule toujours. Quand il a la grosseur voulue, la tête est façonnée en forme de lance comme les petits trous des horlogers et non en pointe effilée.

Le métal le meilleur pour recevoir les trous est l'or à neuf carats; il ne s'oxyde pas et se perce nettement sans beaucoup de difficulté. Le mieux est de commencer avec un foret un peu plus gros et d'achever le trou avec le plus petit, un mandrin et un petit archet étant employés à cet effet. Un foret pointu de même grosseur permet de nettoyer les trous, et quelques attouchements avec la pierre d'Arkansas suffisent pour faire disparaître le bourrelet sur la face inférieure de la plaque. Comme ces petits trous sont rapidement obstrués par les saletés, il est utile de les nettoyer avant de s'en servir.

Par ce moyen, M. Spitta s'est procuré des trous de $\frac{1}{100}$ de millimètre, avec lesquels on a de belles étoiles artificielles.

Ajoutons que, si l'on n'a besoin que de trous de $\frac{1}{10}$ de millimètre, on peut prendre une feuille de clinquant: on y forme une bosse; on amincit le métal avec une lime douce, puis on perce avec une aiguille en tournant constamment l'aiguille entre les doigts.

Ellery (R.-L.-I.). — Chronomètres à interrupteur électrique.

M. Young avait écrit que les premiers chronomètres dataient de 1869 et étaient dus à MM. Parkinson et Frodsham. M. Ellery établit qu'en 1860 il a réalisé d'une manière complète cette utile application de l'électricité. Un chronomètre de marine (Molyneux, 1438) muni d'un interrupteur, suivant les idées de M. Ellery, a été utilisé en plusieurs circonstances.

Safford (T.-H.). — L'étoile 26481 Lalande.

M. Safford a trouvé que cette étoile (*Bulletin*, IV, p. 533) porte le n° 448 dans la liste des 250 étoiles d'Argelander (*Observations de Bonn*, VII, p. 83). Les dernières observations de M. Lenehan sont à peu près représentées. D'autres observations sont désirables.

Wickhouse (T.-W.). — L'étoile 121 de Birmingham.

Bulletin astronomique, T. V. (Février 1888.)

Cette belle étoile rouge orangé, par $5^h 39^m$ et $+ 20^\circ 38'$, a perdu $\frac{2}{3}$ d'une grandeur de décembre 1886 à novembre 1887. C'est sans doute une variable à longue période.

Lockyer. — Recherches sur les spectres des météorites.

M. Lockyer a publié dans les *Comptes rendus* un résumé de ses recherches. Il en sera parlé dans un autre endroit du *Bulletin*.

Lynn (W.-T.), Denning (W.-F.). — La rotation de Jupiter.

M. Lynn émet l'avis (avec M. Hough) que la tache rouge doit tenir au corps même de Jupiter. M. Denning (dans le numéro de janvier de l'*Observatory*) établit que la durée de rotation de Jupiter, depuis Cassini, n'a pas changé sensiblement. Pour lui, la tache rouge fait partie de l'atmosphère de Jupiter; le raccourcissement de sa période a été irrégulier, et l'on aurait tort de supposer des variations semblables dans le mouvement de rotation de Jupiter.

Espin (T.-E.). — Classe de nouvelles variables.

Dans la *Circulaire* n° 18 de l'observatoire Wolsingham, le Rév. Espin dit que les étoiles :

19 Poissons; les n° 277, 321, 335, 341 et peut-être les n° 83, 120, 121, 240, 290, 418, 464, 483, 502 du Catalogue de Birmingham, les n° 116 et 134 de sa propre liste, paraissent faire partie d'une classe spéciale de variables. Caractères : période irrégulière; variation de 1^{re}, 5; spectre du type III.

O. C.

MONTHLY NOTICES.

T. XXXVIII, n° 1; novembre 1887.

Christie (W.-H.-M.) et Turner (H.-H.). — Description d'un appareil pour les équations personnelles et résultats obtenus à l'observatoire royal de Greenwich.

Laissons parler l'Astronome royal :

« L'appareil a été disposé pour déterminer les équations personnelles absolues, les variations de l'équation personnelle dépendant de la direction du mouvement et de sa vitesse, de la grandeur de l'étoile observée,

enfin les erreurs personnelles dans les observations des bords du Soleil, de la Lune et des planètes. On s'est arrangé pour que le cercle méridien servît à ces déterminations, de sorte que les observations ordinaires fussent reproduites d'aussi près que possible. D'une manière générale, l'appareil est construit sur les mêmes principes que celui de M. C. Wolf, décrit dans le tome VIII des *Annales de l'observatoire de Paris*. Mais, comme on se proposait un but un peu différent, diverses modifications ont été introduites. Parmi elles, on peut citer les dimensions beaucoup plus grandes de l'appareil (ce qui rend inutile une lentille à court foyer pour réduire l'image de l'objet artificiel), l'emploi du micromètre du cercle méridien pour établir la correspondance des contacts de l'appareil et des passages aux fils dans la lunette, enfin la substitution à la lumière d'une lampe de la lumière du Soleil, de celle de la Lune ou de la lumière diffuse. »

Un objectif de 7^p, 5 (= 0^m, 19) et d'environ 16^m de longueur focale est attaché devant l'objectif du cercle méridien, la lunette étant horizontale et dirigée vers le Nord. En place d'une mire, se trouve la plaque de l'appareil artificiel, avec les ouvertures recevant, au moyen d'un miroir, la lumière du Soleil, de la Lune et du ciel, et produisant les objets artificiels à observer....

Pour établir la correspondance des contacts de l'appareil et des passages aux fils dans la lunette, on amène doucement les contacts successifs à se produire; on pointe successivement les images avec le fil mobile en ascension droite et le micromètre est fixé à la moyenne des lectures. Un prisme à réversion est employé pour éliminer les erreurs personnelles de bissection. Ainsi la moyenne des temps des passages aux fils s'accorde avec la moyenne des instants de contact.

Les expériences avec les images artificielles du Soleil et de la Lune n'ont pas encore été commencées. M. Christie se propose, comme dans les observations, de rapporter les astres aux étoiles et d'observer, par suite, concurremment un disque et une étoile artificiels. Le prisme à réversion rendra encore service dans ce genre d'observation, en permettant de changer à volonté le premier ou le second bord dans le bord supérieur ou inférieur, c'est-à-dire de déterminer les erreurs personnelles en distances polaires.

Les résultats obtenus avec l'appareil ont été réunis par M. Turner et tiennent 15 pages des *Monthly Notices*. Huit observateurs ont pris part d'abord aux expériences, poursuivies dans la suite par les observateurs réguliers.

Ce travail considérable, après l'étude de la flexion, de la collimation,... est un nouveau témoignage de la persévérance de M. Christie à rechercher la précision.

Quant à l'appareil artificiel lui-même, il semble qu'on pourrait, si on le voulait, se rapprocher davantage de la réalité. Les observations avec l'appareil sont toujours faites dans la position horizontale de la lunette : il serait impossible d'étudier avec lui les étoiles zénithales, alors que l'observateur est appelé à prendre deux positions différentes, les pieds au Sud ou au Nord.

L'appareil imaginé par M. Bigourdan pour l'étude des étoiles doubles (*Bulletin*, III, p. 399) suggère quelques idées à cet égard.

Downing (A.-M.-W.). — Note sur les erreurs probables des positions des étoiles dans le Catalogue général de la République Argentine pour 1875, et dans le Catalogue du Cap pour 1880.

Les erreurs probables en ascension droite et déclinaison sont :

Pour le Catalogue de la République Argentine.. $\pm 0^{\circ},038$ séc D et $\pm 0^{\circ},42$
 Pour le Catalogue du Cap..... $\pm 0^{\circ},027$ séc D et $\pm 0^{\circ},35$

La Note de M. Downing est un supplément au travail publié dans le numéro de juin des *Monthly Notices* (*Bulletin*, IV, p. 438).

Safford (T.-H.). — Sur la réduction des positions des étoiles par la méthode de Bohnenberger.

Quand les étoiles sont très voisines du pôle et que les deux époques sont très écartées, on sait que l'usage de la précession annuelle et de sa variation séculaire ne suffit pas; on a recours, dans ce cas, à la méthode trigonométrique de Bohnenberger.

Mais M. Safford montre que, si l'on a calculé directement par cette méthode les ascensions droites et déclinaisons, à des intervalles de temps convenables (20 ans pour la Polaire, 16 ans pour λ P. O. ou 2320 B. A. C., etc.), les formules de précession développées suivant les puissances du temps, jusqu'aux termes en t^4 , suffisent pour calculer les valeurs intermédiaires.

M. Safford trouve que la manière la plus simple de discuter de nombreuses positions d'une étoile circompolaire, tirées de divers Catalogues, est de déduire d'une discussion préliminaire sa position pour 1855,0, de faire la réduction pour les époques des observations et de comparer aux coordonnées observées. L'avantage de ce procédé est que les erreurs en ascension droite n'influent pas sur les réductions de déclinaisons; la position d'où l'on est parti peut d'ailleurs être aisément corrigée.

Deux Tables auxiliaires, dans le genre de celles des *Fundamenta Astronomiæ*, terminent la Note de M. Safford, qui recommande beau-

coup l'usage des Tables trigonométriques de M. Norbert Herz pour tous les calculs de précession.

A consulter sur le même sujet : un travail de deux astronomes autrichiens, MM. Norbert Herz et Strobl, ainsi qu'un travail de M. Rogers et de miss Winlock (*Bulletin*, IV, p. 486).

Gore (J.-E.). — Sur l'orbite de p Eridan.

Les éléments obtenus par l'auteur sont comparés avec toutes les observations, depuis celles de Dunlop (1825) jusqu'à celles de MM. Tebbutt et Pollock (1886).

Éléments de p Ophiuchus.

P.....	302 ^{ans} , 37	Q.....	135°, 0' (1870, 0)
T.....	1823, 55	λ	240°, 0°
e	0,674	a	6°, 96
γ	38°, 31'	μ	—1°, 19

Pritchard (C.). — Suite des recherches sur la détermination des parallaxes d'étoiles au moyen de la Photographie.

Voir *Bulletin*, V, p. 71.

Roberts (I.). — Photographies des nébuleuses 57 M Lyre et 27 M Petit Renard; de l'amas 13 M Hercule, et d'étoiles dans le Cygne.

L'auteur compare à ses clichés les descriptions dues à Sir J. Herschel et au comte de Rosse.

Il est intéressant de reproduire les résultats d'une comparaison de M. Roberts entre trois photographies de la région du Cygne, faites en 1885, 1886 et 1887; les nombres se rapportent toujours à une même étendue du ciel; les deux derniers clichés ont été faits par M. Roberts.

1° Nombre d'étoiles sur une plaque de MM. Henry (1885).	3124
2° Nombre d'étoiles sur une plaque de 1886.....	5023
3° Nombre d'étoiles sur une plaque de 1887.....	16206

La durée de pose était dans chaque cas de soixante minutes, cependant la troisième plaque contient cinq fois plus d'étoiles que la première.

Roberts (I.). — Sur les mesures des photographies célestes. (Extrait d'une lettre au Président.)

M. Roberts met ses photographies à la disposition des Membres de la Société qui voudraient poursuivre des mesures micrométriques.

Spitta (E.-J.). — Sur les apparences présentées par les satellites de Jupiter pendant le passage, avec une évaluation photométrique de leurs pouvoirs réflecteurs relatifs, et de la quantité de lumière réfléchie aux différents points d'une sphère dépolie (16 pages).

Voir *Bulletin*, V, p. 70.

Copeland (Dr Ralph), Rév. S.-J. Perry. — L'éclipse totale de Soleil du 19 août 1887.

Le professeur Bredichin, de Moscou, avait invité le *Conseil de la Société Royale astronomique* à faire choix de deux Membres comme délégués pour observer l'éclipse, dans sa résidence à Pogost, près de Kineshma. Le Dr Copeland et le P. Perry furent chargés de cette mission.

Si le succès n'a pas récompensé les efforts des deux savants anglais, les dispositions très complètes qu'ils avaient prises pour photographier les phénomènes seront étudiées avec profit par les futurs observateurs d'éclipses. Nous regrettons de ne pouvoir donner des indications assez explicites sur les préparatifs de l'expédition.

Plummer (J.-I.). — Observations de comètes à l'observatoire de l'Université, à Oxford.

Nombreuses observations de comètes : VII 1886 (Finlay), VIII 1886 (Barnard), IX 1886 (Barnard-Hartwig), II 1887 (Brooks), III 1887 (Barnard), IV 1887 (Barnard).

Rév. S. J. Johnson, sir R.-S. Ball. — Occultation de Régulus par la Lune, dans la matinée du 13 octobre.

Régulus a disparu 1^h,5 après avoir rencontré le bord de la Lune.

Ce phénomène ne pourrait-il pas être reproduit avec un appareil artificiel, comme nous l'avons suggéré plus haut (*Bulletin*, V, p. 71).

Noble (Cap. W.). — Note sur la latitude et la longitude de l'observatoire Maresfield.

Latitude : 51° 0' 59",8 N; longitude : 17°,11 à l'est de Greenwich.

Marth (A.). — Éphémérides pour les observations physiques de Jupiter en 1888.

Calculs effectués d'après les formules publiées dans le tome XLV des *Monthly Notices*, p. 508, avec les éléments de la précédente opposition (*ibid.*, t. XLVII, p. 40).

Reproduisons les valeurs des inclinaisons γ et les longitudes Γ des nœuds ascendants des quatre satellites; les inclinaisons sont relatives au plan de l'équateur de la planète, et les longitudes des nœuds sont comptées à partir du nœud ascendant de l'orbite de Jupiter sur l'équateur :

Inclinaisons et longitudes des nœuds des satellites de $\mathcal{J}$.

1888.	Sat. I.		Sat. II.		Sat. III.		Sat. IV.	
	γ_1	Γ_1	γ_2	Γ_2	γ_3	Γ_3	γ_4	Γ_4
JANV. 3.	0,0113	285,3	0,4928	280,81	0,1101	248,79	0,3185	331,19
OCT. 29.	0,0107	275,5	0,4924	271,23	0,1356	246,79	0,3147	331,48
							O. C.	

ASTRONOMISCHE NACHRICHTEN, n^{os} 2817-2821.

Schulz (Hermann). — Contribution à la théorie physique du Soleil.

M. Schulz pense qu'il est possible de rendre compte de tous les phénomènes dont la surface solaire est le théâtre en conservant l'hypothèse de Kirchhoff, modifiée par Zöllner, d'après laquelle le Soleil est constitué par un noyau liquide à l'état incandescent, entouré d'une vaste atmosphère où flottent des nuages également incandescents. Il admet donc que la masse solaire est un liquide dont la densité ne varie guère jusqu'à une profondeur égale à la moitié du rayon, et dans lequel règnent des courants de convection très étendus, de sorte que la perte de chaleur due à la radiation se trouve répartie d'une manière uniforme sur toute la masse. La température de cet océan liquide ne dépasserait pas 10000° C. La matière liquide renferme une substance susceptible de se combiner avec un des gaz de l'atmosphère, aussitôt que la température s'abaisse un peu au-dessous du degré moyen. L'atmosphère du Soleil, dont la hauteur dépasse 500000^{km}, est formée en grande partie d'un gaz plus léger et plus élastique que l'hydrogène, le gaz coronal, dont l'existence se trahit par la raie verte 1474 K. L'apparition constante des raies de

l'hydrogène s'explique suffisamment par la présence d'une faible proportion de ce dernier gaz. Beaucoup d'autres gaz ou vapeurs doivent exister dans les couches inférieures de l'atmosphère solaire, mais en proportions toujours très faibles. Les calculs par lesquels on a voulu établir un rapport entre l'élévation des atmosphères gazeuses et les poids atomiques manquent de fondement; ils ne se vérifient pas pour l'atmosphère terrestre. La photosphère est formée de vapeurs incandescentes qui occupent les régions basses de l'atmosphère et ne sont peut-être que des émanations du noyau liquide.

M. Schulz s'efforce de montrer que la conception d'un Soleil entièrement gazeux soulève des difficultés insurmontables. Il discute les raisonnements par lesquels MM. Lockyer et Young, après M. Faye, ont essayé de la soutenir. L'objection principale est tirée de l'aspect de la photosphère, d'où les protubérances jaillissent à la suite de véritables éruptions qui supposent un milieu très résistant. Les vues de M. Lockyer, concernant la dissociation de tous les éléments chimiques à des températures très élevées, paraissent être contredites par un certain nombre de faits bien établis; en tout cas, la température du Soleil n'est pas assez haute pour les justifier. L'écart considérable qui existe entre la densité moyenne du Soleil et celle de la Terre ne prouve pas, d'autre part, que ces corps ne puissent être formés des mêmes éléments : il n'y a qu'à se rappeler la variation rapide des coefficients de dilatation de beaucoup de substances avec la température.

Les partisans de l'état gazeux, dit M. Schulz, raisonnent toujours comme si la loi de Mariotte pouvait s'étendre aux conditions de pression qui se rencontrent nécessairement dans le cas du Soleil; or les expériences de Natterer, celles de MM. Caillietet et Amagat, prouvent qu'il n'en est point ainsi, et que la compressibilité diminue rapidement quand la pression augmente. Une autre difficulté naît de la diminution de l'éclat du disque solaire près des bords, qui s'explique mal dans l'hypothèse gazeuse, dit M. Schulz, parce que l'absorption, que l'on invoque ordinairement pour l'expliquer, ne peut être un phénomène permanent; en effet, l'absorption exercée par un milieu gazeux finit par échauffer celui-ci et par en accroître le rayonnement, jusqu'à ce que l'influence de l'absorption sur le rayonnement cesse d'être sensible. Dans l'hypothèse du noyau liquide, au contraire, l'affaiblissement de l'éclat vers les bords du disque s'explique assez naturellement par l'intervention des nuages, qui paraissent imbriqués vers les bords et ne laissent pas d'intervalles par où puisse passer le rayonnement du noyau.

Nous nous sommes efforcés de dégager les points essentiels du long Mémoire de M. Schulz, mais nous ne pensons pas qu'il ait fait faire un grand pas à la théorie physique du Soleil; il faut ici répéter ce que nous

avons déjà dit à propos des théories du P. Braun : on n'a pas de peine à expliquer les faits observés, et les choses ont toujours l'air de s'arranger à souhait, quand on veut se contenter d'assertions vagues et d'une discussion superficielle, qui s'appuie sur des analogies. Il semblerait cependant que ces sortes d'essais littéraires ne répondent plus à l'état, assez avancé, de la Science.

Lamp (J.). — Observations des planètes Vénus et Uranus.

Au mois d'octobre dernier, M. J. Lamp a pu constater, à l'observatoire de Bothkamp, le phénomène assez rare de la lumière cendrée de Vénus, que l'on observe de temps en temps depuis qu'il a été signalé par Riccioli (1643). Le 26 octobre, la lueur était encore visible à travers les nuages. M. Lamp est d'avis que cette lueur singulière doit être attribuée à une phosphorescence ou à quelque phénomène de nature électrique.

Schaeberle. — Méthode pour mesurer la flexion d'une lunette dans toutes les positions de l'instrument.

Un petit disque de verre, argenté sur ses deux faces et mobile autour d'un axe horizontal, est monté sur un flotteur que porte un bain de mercure. La lunette étant pointée, on place l'appareil devant l'objectif, et l'on tourne le miroir de manière à faire coïncider à peu près l'image directe et l'image réfléchie du fil vertical du milieu; on arrête le miroir dans cette position, et l'on fait mouvoir la lunette de manière à obtenir la coïncidence pour le fil horizontal. Après la lecture du cercle, on retourne la lunette, on porte l'appareil du côté opposé, et l'on répète la même opération, en utilisant cette fois la seconde face du miroir, qui a conservé sa position par rapport au flotteur. L'erreur due au défaut de parallélisme des deux faces peut s'éliminer en répétant l'observation avec le miroir tourné de 180°.

Schaeberle. — Sur la flexion horizontale des cercles verticaux.

M. Schaeberle fait connaître les résultats qu'il a obtenus en appliquant le procédé d'observation, décrit dans la Note précédente, au cercle méridien d'Ann Arbor. On a tout d'abord rencontré un obstacle imprévu dans l'oxydation de la surface du bain de mercure; on est parvenu à y remédier en recouvrant le bain, préalablement filtré, d'une couche d'eau de 3^{mm} d'épaisseur. Le flotteur était une plaque de verre, épaisse de 3^{mm}, sur laquelle était posé un trépied qui supportait le miroir avec son cadre de bois. Le miroir n'était argenté que sur l'une de ses faces, et M. Schaeberle décrit minutieusement le mode d'observation employé

pour éliminer les erreurs qui pouvaient provenir des imperfections de l'appareil. Il nous paraît inutile d'entrer dans ces détails : il ne sera pas difficile, croyons-nous, de perfectionner l'appareil de manière à simplifier le procédé, dont le principe ne laisse pas d'être ingénieux. En déterminant la flexion horizontale tour à tour par le nouveau procédé, par deux collimateurs dont l'un était incliné de 1° et pointé sur un horizon artificiel, et enfin par la méthode ordinaire des collimateurs nivelés, M. Schaeberle a obtenu les trois résultats concordants que voici :

Méthode.	Point Sud-Nadir.	Point Nord-Nadir.	Poids.
Miroir flottant	90°. 0'. 4",6	90°. 0'. 1",8	2
Collim. incliné.....	90. 0. 4,0	90. 0. 2,3	1
Collim. nivelés.....	90. 0. 4,8	90. 0. 1,1	1
Moyenne.....	90. 0. 4,50	90. 0. 1,75	4

La nouvelle méthode de M. Schaeberle mériterait certainement d'être expérimentée.

Scheiner (J.). — Influence du temps d'exposition sur l'exactitude des photographies stellaires.

Dans une Note *Sur l'application de la Photographie aux mesures micrométriques des étoiles*, M. Thiele, directeur de l'observatoire de Copenhague, a fait connaître les résultats des mesures qu'il a exécutées sur trois épreuves d'un amas d'étoiles, obtenues à Paris par les frères Henry. Ces résultats, très concluants, démontrent que la Photographie peut, dès à présent, rivaliser avec les réfracteurs et même avec l'héliomètre.

L'observatoire de Potsdam s'est chargé d'élucider quelques autres points, et en particulier l'influence supposée du temps d'exposition sur l'exactitude des photographies. On s'est servi, dans cette intention, d'une épreuve fournie par MM. Henry, où la même région du ciel avait été photographiée successivement avec des poses de 1^m , de 2^m et de 4^m . On y a mesuré des distances à l'aide d'un excellent appareil micrométrique de Repsold. Les pointés, étant effectués avec un fil double de manière à partager les petits disques stellaires en segments égaux, sont d'autant plus exacts que les disques sont plus grands; l'erreur moyenne d'un pointé a été trouvée respectivement égale à $0'',096$, $0'',114$ et $0'',138$ pour les poses de 4^m , de 2^m et de 1^m . Voici maintenant les résultats des mesures de distances. On a mesuré sept couples d'étoiles; pour les trois premiers, les observations méridiennes de Leyde avaient donné les distances suivantes : $316'',5$; $41'',8$; $1831'',9$, dont la dernière a servi à déter-

miner la valeur d'une division du micromètre. On a eu ensuite (par les moyennes de quatre mesures) :

Pos.	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.
4 ^m	315,4	41,3	1831,7	32,3	51,3	99,6	17,5
2 ^m	315,3	41,4	1832,0	32,6	51,4	99,4	17,4
1 ^m	315,6	41,1	1832,0	32,3	51,5	99,4	17,4
	315,4	41,2	1831,9	32,4	51,4	99,5	17,4

L'accord de ces résultats semblerait prouver que le temps d'exposition n'a pas d'influence sur l'exactitude des distances mesurées. On constate aussi l'accord des distances I, II, fournies par les photographies, avec celles qui résultent des observations méridiennes.

En mesurant les diamètres de 16 disques stellaires, M. Scheiner a trouvé que l'augmentation du diamètre avec le temps d'exposition est plus sensible pour les étoiles brillantes en considérant les différences, et plus sensible pour les étoiles faibles si l'on considère les rapports des diamètres; c'est ce qui résulte du Tableau suivant, où les mesures ont été réunies en quatre groupes :

Pos.	Diamètres mesurés.			
	I.	II.	III.	IV.
4 ^m	4,00	6,87	10,32	15,45
2 ^m	2,75	5,40	8,30	12,85
1 ^m	1,93	4,00	6,60	10,70
Rapports	2,10	1,72	1,56	1,44
	1,43	1,37	1,26	1,21
	1	1	1	1

Il y a là un obstacle assez sérieux lorsqu'on veut déterminer la grandeur des étoiles d'après les diamètres des disques qu'elles produisent sur les photographies. Il est à remarquer que, sur les épreuves de Paris, les disques sont d'un noir uniforme presque jusqu'au bord, ce qui facilite beaucoup la mesure des diamètres, tandis que, sur les épreuves de Potsdam, la teinte est dégradée à partir du centre, et les disques n'ont pas de bords tranchés; c'est là une nouvelle preuve de la supériorité des objectifs achromatisés pour les rayons chimiques, dont se servent MM. Henry. M. de Gothard a obtenu le même résultat avec un réflecteur.

Backlund. — Lettre concernant les déclinaisons de Poulkova.

M. Backlund revient sur la comparaison des déclinaisons fournies par le cercle méridien de Repsold et par le cercle vertical d'Ertel, dont il a déjà été question ici (*Bulletin*, IV, p. 522). Il met, de nouveau, en parallèle la moyenne P_m des anciens Catalogues de 1845 et de 1865,

fondés sur les observations faites au cercle vertical : 1° avec un système moyen M, déduit d'étoiles principales observées au cercle méridien par quatre observateurs (Sabler, Döllén, Winnecke, Gromadski); 2° avec un système M_s, fondé sur les seules observations de Sabler, qui se rapprochent beaucoup de P_m; 3° avec un système R, déduit des observations plus récentes de M. Romberg. Les écarts ne laissent pas d'être sensibles, comme le montrent les chiffres suivants :

δ.	P _m - M.	P _m - M _s .	δ.	P _m - R.
+80°	-0,28	-0,01	+83°	-0,99
+60	+0,14	+0,19	+62	-0,53
+35	+0,78	+0,49	+33	+0,56
+15	+0,60	+0,31	+13	-0,32
-10	-0,21	-0,44	- 2	-1,02

Mais nous avons déjà dit que, par suite d'une confusion de signes, les corrections destinées à tenir compte des erreurs de division du cercle méridien avaient été appliquées à rebours; il en résulte que les déclinaisons se trouvent affectées d'erreurs qui, par suite du mode d'observation, sont très différentes pour les systèmes M et R. En tenant compte des corrections nouvelles, M. Backlund trouve que les écarts entre le cercle méridien et le cercle vertical sont notablement diminués; on aurait, par exemple :

δ.	P _m - M.	P _m - M _s .	δ.	P _m - R.
+80°	-0,22	+0,07	+83°	-0,59
+60	+0,14	+0,19	+62	-0,45
+35	+0,30	+0,01	+33	+0,24
+15	+0,31	+0,02	+13	-0,15
-10	-0,15	-0,38	- 2	-0,51

On voit que les déclinaisons australes, fournies par le cercle méridien, sont toujours un peu moins fortes (moins australes) que celles du cercle vertical, qui, d'après une remarque de MM. Gylden et Auwers, sont généralement trop australes. Il paraît dès lors assez probable que les déclinaisons du cercle vertical sont entachées d'une erreur instrumentale; mais il faut, pour trancher la question, attendre les résultats définitifs des observations faites avec la nouvelle graduation du cercle vertical, et ceux d'une nouvelle étude des divisions du cercle méridien.

Krueger. — Éphéméride de la comète d'Olbers.

Laschober. — Positions d'étoiles des zones de Santini.

Nouvelles déterminations d'environ 200 étoiles de Santini, faites au cercle méridien de l'observatoire de Pola.

Meyer (G.). — Calcul de l'anomalie moyenne dans une ellipse ou une hyperbole dont l'excentricité est voisine de l'unité.

La méthode exposée par M. Meyer lui a été communiquée, en 1880, par Klinkerfues, dont il était, à ce moment, l'unique auditeur. Pour l'ellipse, le développement a la forme

$$t - T = A \cos^{\frac{1}{2}} E(z_1^2 - z_2^2) + B \cos^{\frac{1}{2}} E(z_1^4 - z_2^4) + \dots,$$

où E représente l'anomalie excentrique, tandis que

$$z_1 = 1 + \tan^{\frac{1}{2}} \varphi, \quad z_2 = 1 - \tan^{\frac{1}{2}} \varphi.$$

Le point de départ est le développement de l'intégrale

$$\int \frac{x dx}{\sqrt{x - x^2}},$$

dont Klinkerfues s'est occupé à plusieurs reprises, d'abord dans un *Mémoire* qui date de 1862, ensuite dans son *Cours d'Astronomie*, publié, en 1871 (p. 257). Voir aussi, sur le même sujet, *Bulletin*, II, p. 509.

Millosevich, Barnard, L. Swift. — Lettres concernant les n^{os} 14 et 15 de la sixième liste de nébuleuses de M. Lewis Swift.

On se rappelle que M. Swift a observé, le 13 février dernier, une nébuleuse (le n^o 14 de sa sixième liste) qui, d'après lui, était peut-être la comète australe du mois de janvier; elle était accompagnée d'une nébuleuse très faible (le n^o 15). M. Kreutz a émis des doutes sur l'identité soupçonnée (*Bulletin*, IV, p. 444). La région du ciel où se trouvent les deux objets vient d'être examinée à nouveau par divers astronomes. M. Millosevich a retrouvé le n^o 15, mais le n^o 14 n'existe pas. M. Barnard croit à une erreur de position, car il n'a pu voir les objets signalés, mais il a trouvé dans le voisinage deux nébuleuses qui répondent à la description de M. Swift. Ce dernier, au contraire, maintient l'opinion qu'il a exprimée à ce sujet, et croit toujours qu'il a entrevu la comète.

Wendell. — Radiants cométaires.

M. Wendell a encore calculé les points radiants pour les neuf comètes de l'année 1886.

Espin. — Mort de J. Baxendell.

Le 7 octobre dernier, est mort, à Birkdale, Southport, M. Joseph

Baxendell, connu surtout par ses observations d'étoiles variables. Il était né à Manchester, en 1815. Il laisse un fils qui marche sur les traces de son père.

Oertel (Karl). — Comparaison des Catalogues de Greenwich (1877-1884) avec les deux Catalogues de la Société astronomique.

Avant l'apparition du nouveau *Ten-Year Catalogue* de Greenwich, M. Oertel croit utile de faire connaître les résultats des comparaisons qu'il a instituées entre les sept Catalogues annuels, contenus dans les *Greenwich Observations* publiées depuis 1877, et les deux Catalogues fondamentaux de M. Auwers. Comme, depuis cette époque, les astronomes de Greenwich étaient revenus aux réfractions de Bessel, abandonnées temporairement sur l'avis de M. Stone, on pouvait s'attendre à des écarts moins sensibles que ceux qu'avait signalés M. Auwers pour le précédent *Nine-Year Catalogue*. Il se trouve que les écarts en ascension droite sont assez constants pour les sept années considérées, et d'accord avec les réductions indiquées par M. Auwers pour le *Nine-Year Catalogue*. Mais les différences $\Delta\delta$, qui, de 1877 à 1880, s'accordent assez bien entre elles et avec les écarts trouvés par M. Auwers pour les *Seven-Year Catalogues*, deviennent tout à coup beaucoup plus petites à partir de 1881, de sorte que les déclinaisons se rapprochent brusquement du système fondamental de M. Auwers. Il est difficile de donner l'explication de ce fait inattendu.

Becker. — Sur la différence de longitude entre Berlin et Odessa.

La détermination télégraphique de cette différence a été exécutée en 1876, en même temps que celle des différences Greenwich-Berlin-Vienne. M. Becker, qui s'était chargé de la réduction des observations, avait transmis tous ses calculs à M. Block, qui devait les publier; n'ayant pu, depuis lors, obtenir aucun renseignement sur le sort de son travail, il se décide à publier quelques résultats partiels qu'il a retrouvés dans ses papiers, et qui donnent, pour la différence Berlin-Odessa, $1^h 9^m 27^s, 29$.

Cerulli. — Orbite définitive de la comète 1862 II.

Winkler. — Translation de l'observatoire de Gohlis à Iéna.

M. Winkler publie les dernières occultations qu'il a observées à Gohlis (Leipzig) et annonce qu'il vient de transférer son petit observatoire de Leipzig à Iéna.

Bruns. — Positions d'étoiles qui seront occultées pendant l'éclipse de Lune du 28 janvier prochain.

Observations de comètes, etc.

R. R.

VARIÉTÉS.

COMÈTES ET PLANÈTES DE 1887.

La comète périodique de Finlay (1886 VII) a été observée encore au commencement de 1887, et on a pu la suivre jusqu'au 16 mars. Ses éléments offrent une grande ressemblance avec ceux de la comète de De Vico, à laquelle on l'a d'abord crue identique. Aujourd'hui que la durée de révolution ($6^{\text{ans}} \frac{2}{3}$) de la comète de Finlay est mieux connue, cette identité est difficile à admettre, car les durées de révolution de ces deux astres diffèrent de $1^{\text{an}} \frac{1}{3}$.

La comète 1886 IX (1) ou *f* 1886, qui avait passé dans l'hémisphère austral, y a été observée jusqu'au 29 juin 1887.

Comète a 1887 (1887 I). — Cette comète, aperçue par M. Thome à Cordoba le 18 janvier 1887, a été signalée à la même époque de divers autres points de l'hémisphère austral. Elle était très brillante, mais n'avait pas de condensation observable, de sorte que les positions observées sont très discordantes.

Son éclat diminua très rapidement, car on la perdit de vue au commencement de février.

Comète b 1887 (1887 II), découverte par M. Brooks, de Phelps, le 22 janvier 1887. Le 27 janvier, étant assez basse, elle paraissait formée par une nébulosité sans queue de 1' à 1',5 de diamètre, avec un noyau un peu excentrique de 12" grandeur et assez vif, un peu stellaire. Elle a été observée jusqu'au 30 mars.

Comète c 1887 (1886 VIII). — Cette comète a été découverte, longtemps après son passage au périhélie, par M. Barnard, de

(1) Dans le *Bulletin* (IV, p. 17), cette comète a été appelée 1886 VIII : c'est que l'on n'avait pas encore découvert la comète *c* 1887, qui a passé au périhélie avant la comète *f* 1886.

Nashville, le 23 janvier 1887. Son éclat (gr. 12-12,5) était alors celui d'une nébuleuse de seconde classe; elle était ronde, de 1' à 1',5 de diamètre, avec condensation centrale excentrique par rapport à la nébulosité. Elle a été observée jusqu'au 27 avril.

Comète d 1887 (1887 III), découverte par M. Barnard le 16 février. Le 24, c'était une nébulosité sans queue, ronde, de 2',5 de diamètre, avec faible condensation centrale formant un noyau dans lequel on distinguait au moins deux points plus brillants que la région qui les environnait et écartés l'un de l'autre de 15" à 20". Les observations connues vont jusqu'au 11 avril.

Comète e 1887 (1887 IV), découverte par Barnard le 12 mai. Sa nébulosité était ronde, de 1' de diamètre et très faible; mais le noyau était vif, de sorte qu'elle s'observait avec précision. Elle a été suivie jusqu'au 11 août.

Comète f 1887 (*Olbers-Brooks*). — On craignait déjà que la comète d'Olbers, attendue en 1886, eût échappé aux astronomes, lorsque le 24 août M. Brooks découvrit une comète dont les premiers éléments montrèrent l'identité avec cette comète d'Olbers. Elle était formée alors par une nébulosité de 2' de diamètre avec un noyau de 10^e grandeur, excentrique par rapport à la nébulosité (par rapport au centre de la nébulosité le noyau était austro-sui-
vant).

Cette comète est encore observable.

On a découvert en 1887 les sept petites planètes suivantes :

Planète.	Auteur et lieu de la découverte.	Date de la découverte.	Grandeur lors de la découverte.	Date de la dernière observation publiée.
(265) <i>Anna</i>	J. Palisa, à Vienne.....	25 févr.	12,5	15 mai 1887.
(266) <i>Aline</i>	J. Palisa, à Vienne.....	17 mai	12,0	25 juillet 1887.
(267) <i>Tirza</i>	Charlois, à Nice.....	27 mai	13,5	11 août 1887.
(268) <i>Adorée</i>	Borrelly, à Marseille....	9 juin	12,0	26 juillet 1887.
(269)	J. Palisa, à Vienne.....	21 sept.	12,0	13 déc. 1887.
(270) <i>Anahite</i>	C.-H.-F. Peters, à Clinton.	8 oct.	10	13 déc. 1887.
(271) <i>Penthesilée</i>	V. Knorre, à Berlin.....	13 oct.	11	5 janv. 1888.

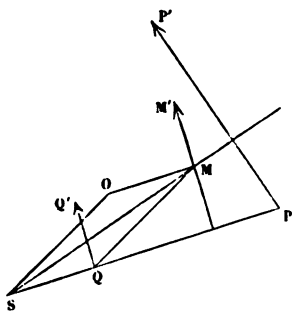
G. B.

MÉMOIRES ET OBSERVATIONS.

SUR LES TROIS INTÉGRALES DE LAPLACE;

PAR M. G. DARBOUX.

Imaginons qu'un point P, de masse 1, soit soumis à une attraction émanée du centre fixe S et égale à $\frac{1}{SP^2}$. Soit PP' sa vitesse à un instant quelconque; sur la perpendiculaire SM à PP' portons une longueur SM égale à PP'. Le point M décrira la courbe nommée



hodographe; sa vitesse est évidemment égale et perpendiculaire à l'accélération du point P. Si donc MM' représente cette vitesse, on aura nécessairement

$$MM' = \frac{1}{SP^2}.$$

Cela posé, considérons sur le rayon vecteur SP un point Q situé à la distance $\frac{1}{C}$ de S, C désignant la constante des aires définie par la relation bien connue

$$r^2 \frac{d\theta}{dt} = C.$$

La vitesse du point Q, qui est aussi perpendiculaire à SP, aura pour valeur $\frac{1}{C} \frac{d\theta}{dt}$, c'est-à-dire $\frac{1}{SP^2}$. Elle sera donc égale et parallèle à celle du point M.

Or, quand deux points ont à chaque instant la même vitesse en

grandeur et en direction, ils décrivent évidemment des trajectoires qui dérivent l'une de l'autre par une simple translation. Si donc on prend MO égale et parallèle à QS, le point O sera fixe et la trajectoire du point M sera le cercle de centre O.

De cette propriété bien connue de l'hodographe dérivent immédiatement les trois intégrales de Laplace. Exprimons-la comme il suit : *Le vecteur égal à SM et le vecteur égal à — SQ ont pour résultante un vecteur fixe SO*. Nous allons calculer les composantes de ces vecteurs lorsque les axes sont quelconques.

Les composantes de — SQ sont évidemment

$$-\frac{1}{C} \frac{x}{r}, \quad -\frac{1}{C} \frac{y}{r}, \quad -\frac{1}{C} \frac{z}{r}.$$

Pour obtenir celles de SM, écrivons d'abord les trois intégrales des aires

$$\begin{aligned} y \frac{dz}{dt} - z \frac{dy}{dt} &= \alpha, \\ z \frac{dx}{dt} - x \frac{dz}{dt} &= \beta, \\ x \frac{dy}{dt} - y \frac{dx}{dt} &= \gamma; \end{aligned}$$

α , β , γ sont les composantes d'un vecteur égal à C et dirigé normalement au plan de la trajectoire. Le vecteur SM, étant perpendiculaire à la fois aux deux vecteurs (α, β, γ) et $(\frac{dx}{dt}, \frac{dy}{dt}, \frac{dz}{dt})$, aura pour composantes

$$\frac{\gamma}{C} \frac{dy}{dt} - \frac{\beta}{C} \frac{dz}{dt}, \quad \frac{\alpha}{C} \frac{dz}{dt} - \frac{\gamma}{C} \frac{dx}{dt}, \quad \frac{\beta}{C} \frac{dx}{dt} - \frac{\alpha}{C} \frac{dy}{dt}.$$

Nous avons choisi les signes de telle manière que le vecteur ait bien le sens qui lui est attribué dans la figure.

Les équations qui expriment que les deux vecteurs ont une somme constante seront donc

$$\begin{aligned} -\frac{x}{r} + \gamma \frac{dy}{dt} - \beta \frac{dz}{dt} &= \alpha_1, \\ -\frac{y}{r} + \alpha \frac{dz}{dt} - \gamma \frac{dx}{dt} &= \beta_1, \\ -\frac{z}{r} + \beta \frac{dx}{dt} - \alpha \frac{dy}{dt} &= \gamma_1. \end{aligned}$$

En remplaçant α , β , γ par leurs valeurs, on obtient les trois intégrales de Laplace.

Il est à remarquer que chacune de ces trois intégrales ne peut convenir à aucun problème de Mécanique distinct du précédent.

SUR UNE FORME GÉOMÉTRIQUE DES EFFETS DE LA RÉFRACTION DANS LE MOUVEMENT DIURNE;

PAR M. L.-J. GRUEY.

Notre travail est divisé en trois parties bien distinctes :

La première donne à la réfraction dans le mouvement diurne une forme géométrique très simple ;

La deuxième contient quelques remarques sur l'influence de la réfraction dans l'orientation du fil polaire des lunettes équatoriales ;

La troisième est consacrée à des applications numériques.

§ I.

1. Pour chaque étoile, nous distinguons deux positions sur la sphère céleste : la *position apparente* ou *vue à travers l'atmosphère*, et la *position vraie*, ou *vue à travers le vide*. La différence entre ces deux positions est due à la réfraction astronomique et caractérisée, dans ses principaux traits, par le théorème suivant :

En un jour sidéral, la position apparente d'une étoile décrit une section conique autour de sa position vraie ;

théorème dont la démonstration est facile.

Sur la sphère céleste, ayant pour centre l'œil de l'observateur terrestre, considérons le triangle PZE qui a :

Pour *sommets* : P le pôle boréal de la sphère, Z le zénith de l'observateur, E la position vraie de l'étoile ;

Pour *côtés* : $PZ = \varphi$ la colatitude de l'observateur, $PE = \varrho$ la distance polaire de E, $ZE = z$ la distance zénithale de E ;

Pour deux de ses *angles* : $\widehat{ZPE} = t$, l'angle horaire, $\widehat{PEZ} = q$ l'angle parallactique de E, toujours de même signe.

et, si l'on pose $X = \frac{x}{K}$, $Y = \frac{y}{K}$, on voit immédiatement, par les formules (1), (2), que

$$(3) \quad X = -\operatorname{tang} z \cos q = \frac{\operatorname{tang} \varphi \cos \mathcal{Q} \cos t - \sin \mathcal{Q}}{\operatorname{tang} \varphi \sin \mathcal{Q} \cos t + \cos \mathcal{Q}},$$

$$(4) \quad Y = -\operatorname{tang} z \sin q = \frac{-\operatorname{tang} \varphi \sin t}{\operatorname{tang} \varphi \sin \mathcal{Q} \cos t + \cos \mathcal{Q}};$$

la relation (3) peut s'écrire

$$(5) \quad \operatorname{tang} \varphi \cos t (X \sin \mathcal{Q} - \cos \mathcal{Q}) = -(X \cos \mathcal{Q} + \sin \mathcal{Q})$$

et l'élimination de $\cos t$ entre (3), (4) conduit à

$$(6) \quad \operatorname{tang} \varphi \sin t (X \sin \mathcal{Q} - \cos \mathcal{Q}) = Y.$$

En élevant (5) et (6) au carré, pour les ajouter membre à membre, on obtient, comme trajectoire de e autour de E , la conique

$$(7) \quad \operatorname{tang}^2 \varphi (x \sin \mathcal{Q} - K \cos \mathcal{Q})^2 = y^2 + (x \cos \mathcal{Q} + K \sin \mathcal{Q})^2,$$

c'est-à-dire une *ellipse*, une *parabole*, une *hyperbole*, suivant que $\sin^2 \mathcal{Q}$ sera *inférieur*, *égal*, *supérieur* à $\cos^2 \varphi$.

Ainsi, en un lieu de colatitute φ , le mouvement propre, dû à la réfraction, est le même qu'au lieu antipode de colatitute $180 - \varphi$: *elliptique* pour les étoiles circompolaires qui sont toujours soit levées, soit couchées; *parabolique* pour celles qui rasant l'horizon soit en dessus, soit en dessous; *hyperbolique* pour celles qui se lèvent et se couchent. Dans ce dernier cas, les deux branches de l'hyperbole décrite par une étoile e ne sont visibles, l'une que du lieu de colatitute φ , l'autre que du lieu antipode, et e passe d'une branche à l'autre en traversant l'horizon commun à ces deux lieux.

Il est clair, d'ailleurs, que les arcs de parabole ou hyperbole *réellement* décrits par e s'arrêtent aux points correspondants à $z = 80^\circ$ ou $z = 100^\circ$, entre lesquels la réfraction n'est plus représentée sensiblement par $K \operatorname{tang} z$.

En résolvant l'équation (7) par rapport à y^2 , remplaçant la différence des deux autres termes carrés par le produit de la somme et de la différence des premières puissances, ramenant à l'unité le coefficient de x dans chaque facteur, et posant

$$(8) \quad R_s = K \operatorname{tang}(\mathcal{Q} - \varphi), \quad R_l = K \operatorname{tang}(\mathcal{Q} + \varphi), \quad R_0 = K \operatorname{tang} \varphi,$$

on a d'abord

$$(9) \quad y^2 = -\sec^2 \varphi \cos(\mathcal{P} - \varphi) \cos(\mathcal{P} + \varphi)(x + R_s)(x + R_i);$$

puis, en remarquant que les formules (8) donnent la relation

$$(10) \quad (R_s - R_i) \sec^2 \varphi \cos(\mathcal{P} - \varphi) \cos(\mathcal{P} + \varphi) = -2K \tan \varphi = -2R_0,$$

on a finalement

$$(11) \quad y^2(R_i - R_s) + 2R_0(x + R_i)(x + R_s) = 0,$$

équation de la conique, dans laquelle les coefficients sont formés simplement avec R_s , R_i , R_0 , c'est-à-dire avec les réfractions de l'étoile à son passage supérieur, à son passage inférieur et la réfraction du pôle assimilé à une étoile; chaque réfraction étant prise d'ailleurs avec le signe que lui attribue la définition (8) correspondante.

Il est facile, en formant $(K^2 + R_i R_s)$ au moyen des deux premières définitions (8), ce qui donne

$$(12) \quad (K^2 + R_i R_s) \cos(\mathcal{P} - \varphi) \cos(\mathcal{P} + \varphi) = K^2 \cos 2\varphi = K^2(\cos^2 \varphi - \sin^2 \varphi),$$

et en divisant (10) par (12) membre à membre, d'établir la relation

$$(13) \quad (R_i - R_s)(R_0^2 - K^2) + 2R_0(R_i R_s + K^2) = 0,$$

qui lie K , R_s , R_i , R_0 .

2. Les coordonnées x_0 , y_0 du centre C de la conique (11) sont données par les formules

$$x_0 = -\frac{1}{2}(R_s + R_i), \quad y_0 = 0,$$

et, si l'on y transporte, parallèlement à eux-mêmes, les axes des x , y , en posant

$$x = x_0 + \xi, \quad y = y_0 + \eta,$$

l'équation de la trajectoire apparente de l'étoile, rapportée à ses axes de symétrie, devient

$$(14) \quad \frac{\xi^2}{a^2} + \frac{\eta^2}{b^2} = 1,$$

en posant

$$(15) \quad 2a = R_i - R_s, \quad \frac{b^2}{a^2} = R_0; \quad \text{d'où} \quad \frac{b^2}{a^2} = \cos^2 \mathcal{P} (1 - \tan^2 \varphi \tan^2 \mathcal{P}).$$

3. L'excentricité c de cette conique est donnée par la formule

$$c^2 = 1 - \frac{R_0}{a} = 1 - (\cos^2 \varphi \sin^2 \mathcal{Q}) \sec^2 \varphi = 1 - \cos^2 \mathcal{Q} (1 - \tan^2 \mathcal{Q} \tan^2 \varphi).$$

Pour le pôle céleste, assimilé à une étoile, la conique se réduit au cercle

$$\xi^2 + \tau^2 = R_0^2,$$

qui se réduit lui-même au point $\xi = 0$, $\tau = 0$, pour l'observateur situé au pôle terrestre.

Les foyers de la conique sont situés sur l'axe Ex . Les sommets, situés sur cet axe, sont à des distances respectives x_s , x_i , de E exprimées par

$$x_s = -R_s, \quad x_i = -R_i.$$

Le point E est entre ces sommets si R_i , R_s sont de signes contraires, c'est-à-dire si les extrémités des arcs $(\mathcal{Q} - \varphi)$, $(\mathcal{Q} + \varphi)$ tombent dans deux quadrants adjacents du cercle trigonométrique; il est en deçà ou au delà par rapport au pôle P de la sphère céleste, suivant que R_i , R_s sont tous deux négatifs ou positifs, c'est-à-dire suivant que $(\mathcal{Q} - \varphi)$, $(\mathcal{Q} + \varphi)$ tombent soit dans les 2^e et 4^e, soit dans les 1^{er} et 3^e quadrants.

4. *Loi du mouvement sur la conique.* — La loi est donnée par les expressions de x et y en fonction de t , tirées de (3), (4), ou par celles de ξ , τ , savoir

$$\begin{aligned} \xi &= x - x_0 = K \frac{\sec \mathcal{Q} \cos \mathcal{Q}}{1 - \tan^2 \mathcal{Q} \tan^2 \varphi} \frac{\cos t + \tan \mathcal{Q} \tan \varphi}{\cos t + \cot \mathcal{Q} \cot \varphi}, \\ \tau &= y - y_0 = -K \cos \mathcal{Q} \frac{\sin t}{\cos t + \cot \mathcal{Q} \cot \varphi}, \end{aligned}$$

faciles à former, après quelques réductions, ainsi que leurs dérivées

$$(16) \quad \frac{d\xi}{dt} = \frac{dx}{dt} = -K \cot \varphi \cos \mathcal{Q} \frac{\sin t}{(\cos t + \cot \mathcal{Q} \cot \varphi)^2},$$

$$(17) \quad \frac{d\tau}{dt} = \frac{dy}{dt} = -K \cot \varphi \cos \mathcal{Q} \cos \mathcal{Q} \frac{(\cos t + \tan \mathcal{Q} \tan \varphi)}{(\cos t + \cot \mathcal{Q} \cot \varphi)^2}.$$

Appelons θ l'angle formé, avec la direction Ex , par le rayon vecteur de la conique, issu du centre C ; cet angle étant compté autour de C à partir de Ex , comme t autour de P , positivement dans le sens rétrograde ou de gauche à droite pour un personnage fictif

ayant les pieds au centre de la sphère céleste et la tête en C. On a

$$\operatorname{tang} \theta = \frac{\eta}{\xi} = m \frac{\sin t}{\cos t + \operatorname{tang} \mathcal{U} \operatorname{tang} \varphi}, \quad \text{avec } m = \cos \mathcal{U} (\operatorname{tang}^2 \mathcal{U} \operatorname{tang}^2 \varphi - 1),$$

et, par suite.

$$(18) \quad \frac{d\theta}{dt} = \sin \mathcal{U} \operatorname{tang} \varphi (\operatorname{tang}^2 \mathcal{U} \operatorname{tang}^2 \varphi - 1) \frac{(\cos t + \cot \mathcal{U} \cot \varphi)}{(\cos t + \operatorname{tang} \mathcal{U} \operatorname{tang} \varphi)^2} \cos^2 \theta.$$

Distinguons trois cas :

1° $\operatorname{tang}^2 \mathcal{U} \operatorname{tang}^2 \varphi < 1$. — L'étoile apparente *e* est circompolaire et décrit des ellipses relatives autour de E. Le signe de $\frac{d\theta}{dt}$ sera toujours contraire à celui de

$$\operatorname{tang} \varphi (\cos t + \cot \mathcal{U} \cot \varphi) \quad \text{ou de} \quad \operatorname{tang} \varphi \cot \varphi \cot \mathcal{U},$$

c'est-à-dire de $\cot \mathcal{U}$, puisque le facteur $(\cos t + \cot \mathcal{U} \cot \varphi)$ ne peut s'annuler et a toujours le signe de $\cot \mathcal{U} \cot \varphi$.

L'étoile apparente e décrit son ellipse dans le sens direct ou rétrograde suivant que l'étoile vraie E est boréale ou australe.

2° $\operatorname{tang}^2 \mathcal{U} \operatorname{tang}^2 \varphi = 1$. — L'étoile rase l'horizon au-dessus ou au-dessous, suivant qu'elle est boréale ou australe, et décrit une parabole.

La parabole est décrite dans le sens direct ou rétrograde suivant que l'étoile est boréale ou australe.

3° $\operatorname{tang}^2 \mathcal{U} \operatorname{tang}^2 \varphi > 1$. — L'étoile se lève et se couche en décrivant une hyperbole. Le signe de $\frac{d\theta}{dt}$ est toujours celui de

$$\operatorname{tang} \varphi (\cos t + \cot \mathcal{U} \cot \varphi);$$

c'est-à-dire celui de $\operatorname{tang} \varphi$, du lever au coucher; et de $-\operatorname{tang} \varphi$, du coucher au lever. $\frac{d\theta}{dt}$ change de signe lorsque l'étoile *e* traverse l'horizon en sautant d'une branche à l'autre de son hyperbole.

L'étoile e décrit, du lever au coucher, une branche de son hyperbole dans le sens rétrograde ou direct et, du coucher au lever, l'autre branche dans le sens direct ou rétrograde, suivant que l'observateur est boréal ou austral.

5. *Mouvement résultant.* — La composition du mouvement relatif de l'étoile e sur sa conique, autour de E , avec le mouvement d'entraînement de E ou de la sphère céleste, donne le mouvement apparent ou résultant de l'étoile, tel qu'il est observé à l'équatorial.

Lorsque ϑ tend vers 0° ou 180° , $\frac{d\theta}{dt}$ tend vers -1 ou $+1$. Si donc l'étoile E est très voisine d'un pôle, les mouvements relatif et d'entraînement ω_1 et ω_2 sont sensiblement circulaires et uni-

Fig. 2.

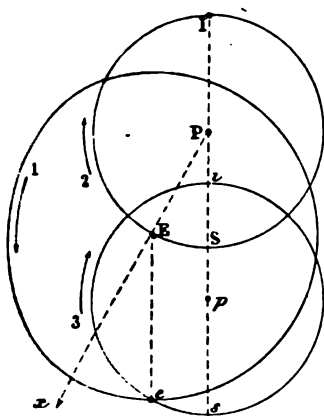
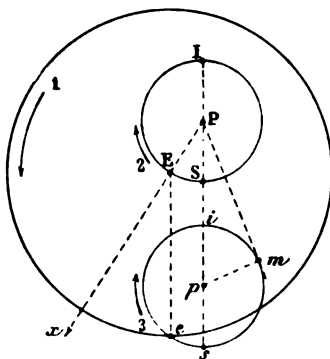


Fig. 3.



formes, de même vitesse absolue, mais de sens contraires. Le mouvement résultant $\curvearrowright_3$ est de même sens que $\curvearrowright_2$, aussi sensiblement circulaire et uniforme autour de la position apparente p de P , position qui se construit en prenant sur le méridien de l'observateur l'arc $Pp = R_0$. Si E est au pôle même, les cercles $\curvearrowright_2$, $\curvearrowright_3$ se réduisent aux points P , p , et $\curvearrowright_1$ est un cercle décrit de P comme centre avec R_0 pour rayon.

Ainsi la réfraction change tout : position de l'étoile, grandeur et direction de la vitesse de son mouvement diurne. Au point m d'élongation maxima, par rapport à P, du mouvement diurne apparent d'une étoile voisine du pôle, la direction de ce mouvement est celle du cercle horaire vrai Pm de ce point.

Désignons par v la vitesse linéaire diurne résultante de e sur la sphère céleste; par i l'angle, avec Ey , de la parallèle Ev à sa direction, angle compté de Ey autour de E , comme t autour de P , c'est-

à-dire positivement dans le sens rétrograde. Les vitesses linéaires relatives et d'entraînement de e , estimées suivant les axes Ex , Ey , étant respectivement $\frac{dx}{dt}$ et o , $\frac{dy}{dt}$ et $\sin \mathcal{Q}$, en prenant pour unité la vitesse diurne vraie d'une étoile équatoriale, on a évidemment

$$v \sin i = -\frac{dx}{dt}, \quad v \cos i = \sin \mathcal{Q} + \frac{dy}{dt},$$

d'où l'on tire les séries

$$v = \sin \mathcal{Q} \left(1 + \alpha - \frac{1}{2} \alpha^2 + \frac{1.3}{2.3} \alpha^3 - \frac{1.3.5}{2.3.4} \alpha^4 + \dots \right),$$

$$\tan g i = -\frac{dx}{dt} \operatorname{coséc} \mathcal{Q} (1 - \beta + \beta^2 - \beta^3 + \beta^4 - \dots),$$

en posant

$$\alpha = \operatorname{coséc} \mathcal{Q} \frac{dy}{dt} + \operatorname{coséc}^2 \mathcal{Q} \left(\frac{dx}{dt} \right)^2,$$

$$\beta = \operatorname{coséc} \mathcal{Q} \frac{dy}{dt}.$$

Reportons-nous un instant aux expressions (16), (17) de $\frac{dx}{dt}$, $\frac{dy}{dt}$.

Si $\operatorname{coséc} \mathcal{Q}$ n'est pas très grand et si, en outre, $(\cos t + \cot \mathcal{Q} \cot \varphi)$ n'est pas très petit; c'est-à-dire si l'étoile n'est ni une circompolaire trop voisine du pôle, ni prise trop près de l'horizon par l'observateur, α et β seront inférieurs à l'unité en valeur absolue, généralement de l'ordre de K , pour tout lieu φ habitable. Sous ces conditions, celles mêmes de la pratique ordinaire, les séries précédentes sont applicables et se réduisent, après suppression des petits termes, en K^2 , K^3 , ..., à

$$(19) \quad v = \sin \mathcal{Q} + \frac{dy}{dt},$$

$$(20) \quad i = \tan g i = -\operatorname{coséc} \mathcal{Q} \frac{dx}{dt} = K \tan g \varphi \operatorname{coséc} \mathcal{Q} \cos^2 \psi \sec^2 (\mathcal{Q} - \psi) \sin t,$$

en posant

$$(21) \quad \tan g \psi = \tan g \varphi \cos t;$$

d'où résulte

$$\cos^2 \psi \sec^2 (\mathcal{Q} - \psi) = \cot^2 \varphi \operatorname{coséc}^2 \mathcal{Q} (\cos t + \cot \varphi \cot \mathcal{Q})^{-2}.$$

L'angle ψ n'est pas autre chose que la projection sphérique de PZ ou φ sur le cercle horaire PE .

L'angle i a toujours le signe de $\sin t$ ou $-\sin t$, suivant que l'observateur est ou non dans notre hémisphère boréal. Il s'annule lorsque l'étoile traverse le méridien. Il prend des valeurs égales et de signes contraires en même temps que t . Lorsque l'étoile se lève ou se couche, $(1 + \tan \varphi \tan \varphi \cos t)$ est nul et la formule (20) donnerait $i = 90^\circ$, si elle était encore applicable; ce qui n'a lieu évidemment qu'entre les limites de t correspondantes à $z = 0^\circ, 80^\circ$ ou $z = 100^\circ, 180^\circ$.

Il est facile de discuter l'angle i en calculant ses dérivées partielles $\frac{di}{dt}, \frac{di}{d\varphi}$.

1° $\frac{di}{dt}$. — On trouve aisément

$$(22) \quad \frac{di}{dt} = K \cot \varphi \operatorname{cosec}^3 \varphi (\cos t + \cot \varphi \cot \varphi)^{-3} (2 + \cot \varphi \cot \varphi \cos t - \cos^2 t).$$

Cette expression de $\frac{di}{dt}$ ne devient infinie que pour le passage de l'étoile par l'horizon, passage qu'il faut écarter; et elle ne s'annule que pour les valeurs de t qui vérifient l'équation

$$(23) \quad \cos^2 t - \cot \varphi \cot \varphi \cos t - 2 = 0.$$

Cette équation est toujours satisfaite par deux valeurs réelles $\cos t_1, \cos t_2$ de $\cos t$, l'une négative, l'autre positive, séparables par les substitutions dont voici le Tableau :

$\cos t.$		$m.$		$m.$		
				$\omega^2 < 1.$	$\omega < -1.$	$\omega > 1.$
	$-\infty$	$+\infty$		+	+	+
					$\rightarrow$	
(si $\omega < -1$)	ω	-2		$\rightarrow$	—	
	-1	$-1 + \omega$		—	—	+
						$\rightarrow$
	0	-2		—	—	—
					$\rightarrow$	
	$+1$	$-1 - \omega$		—	+	—
(si $\omega > 1$)	ω	-2		$\rightarrow$		—
						$\rightarrow$
	$+\infty$	$+\infty$		+	+	+

dans lequel m est la valeur du premier membre de (23) pour la valeur correspondante de $\cos t$ et $\omega = \cot \varphi \cot \varphi$. Le signe $\rightarrow$ indique les intervalles où tombent les racines $\cos t_1, \cos t_2$ pour les trois hypothèses $\omega^2 < 1, \omega < -1, \omega > 1$.

Pour $\omega^2 < 1$, c'est-à-dire pour les étoiles qui se lèvent et se couchent, t_1 et t_2 sont imaginaires. L'angle i n'a ni maximum ni minimum; il croît ou décroît constamment du lever au coucher et décroît ou croît constamment du coucher au lever, suivant que l'observateur est boréal ou austral.

Pour $\omega < -1$, c'est-à-dire pour les circompolaires toujours invisibles, t_1 est imaginaire; et t_2 a deux valeurs réelles, l'une $-\tau_2$ entre $-\frac{\pi}{2}$ et 0° correspondante à un minimum ou maximum de i , l'autre $+\tau_2$ correspondante à un maximum ou minimum, suivant que l'observateur est boréal ou austral.

Pour $\omega > 1$, c'est-à-dire pour les circompolaires toujours visibles, t_2 est imaginaire; et t_1 a deux valeurs réelles, l'une $-\tau_1$ entre $-\pi$ et $-\frac{\pi}{2}$ correspondante à un minimum ou maximum, l'autre $+\tau_1$ correspondante à un maximum ou minimum, suivant que l'observateur est boréal ou austral.

2° $\frac{di}{d\varphi}$. — On met aisément cette dérivée sous la forme

$$(24) \quad \frac{di}{d\varphi} = K(\cot \varphi \cot \mathcal{Q})^2 \cdot \cos \epsilon^3 \mathcal{Q} \sin t \cdot \alpha^{-3} \beta,$$

en posant

$$(25) \quad \alpha = \cos t + \cot \varphi \cot \mathcal{Q},$$

$$(26) \quad \beta = 2 \tan^2 \mathcal{Q} - 3 \tan \varphi \tan \mathcal{Q} \cos t - 1.$$

Le signe de $\frac{di}{d\varphi}$ ne change qu'avec celui de $\alpha^{-3} \beta$, lorsque, t et φ étant fixes, $\mathcal{Q}$ varie de 0 à π en passant par la valeur p qui annule α ; c'est-à-dire lorsqu'on imagine l'étoile E aller du pôle boréal au pôle austral en décrivant le cercle horaire et traversant l'horizon définis respectivement par t et φ .

Si l'on donne à $\mathcal{Q}$ les valeurs $0, p, \pi$, on obtient pour β les valeurs $-1, 2 \sec^2 p, -1$. L'équation $\beta = 0$ a donc deux racines réelles comprises entre 0 et π et séparées par p . Désignons la plus petite par $\mathcal{Q}_1$ et la plus grande par $\mathcal{Q}_2$.

L'étoile allant du pôle boréal à l'horizon ou $\mathcal{Q}$ de 0° à p , le signe de α reste celui de $\cot \varphi$, tandis que le signe de β passe du négatif au positif lorsque $\mathcal{Q}$ passe par $\mathcal{Q}_1$. Le signe de $\frac{di}{d\varphi}$ est donc celui de $-\cot \varphi \sin t$ ou de $+\cot \varphi \sin t$, suivant que $\mathcal{Q}$ est entre 0 et $\mathcal{Q}_1$ ou

entre $\mathcal{Q}$, et p . Autrement dit, pour $\mathcal{Q} = \mathcal{Q}_1$, l'angle i passe par un maximum ou un minimum suivant que $\cot \varphi \sin t$ est négatif ou positif.

L'étoile allant de l'horizon au pôle austral ou $\mathcal{Q}$ de p à 180° , le signe de α reste celui de $-\cot \varphi$, tandis que le signe de β passe du positif au négatif lorsque $\mathcal{Q}$ passe par $\mathcal{Q}_2$. Pour $\mathcal{Q} = \mathcal{Q}_2$, l'angle i passe donc encore par un maximum ou un minimum, suivant que $\cot \varphi \sin t$ est négatif ou positif.

6. La Table I, aux arguments t et $\mathcal{Q}$, construite pour la colatitude de l'observatoire de Besançon, $\varphi = 42^\circ 46'$, permet de vérifier numériquement les résultats de la discussion des dérivées $\frac{di}{dt}$, $\frac{di}{d\mathcal{Q}}$.

TABLE I.

i'' .

L'angle i doit être pris avec le signe de t . Il est donné en secondes d'arc.

Q.	t.												
	0 ^h	1 ^h	2 ^h	3 ^h	4 ^h	5 ^h	6 ^h	7 ^h	8 ^h	9 ^h	10 ^h	11 ^h	12 ^h
10	"	62	124	183	238	286	322	339	331	292	219	118	"
20	"	26	54	84	114	147	179	208	226	220	180	103	"
30	"	16	34	54	78	108	144	188	234	266	253	162	"
40	"	12	26	42	64	96	144	218	335	507	686	571	"
45	"	11	24	40	62	96	154	257	465	929	1887		
50	"	10	22	38	61	100	171	325	748	2415			
55	"	10	22	38	63	108	201	452	1435				
60	"	10	22	39	67	121	251	712					
65	"	10	23	41	73	141	335	1385					
70	"	11	24	44	82	173	494	3859					
75	"	11	26	50	97	225	839						
80	"	13	29	58	120	315	1692						
85	"	15	34	70	156	492							
90	"	17	42	89	217	904							
95	"	22	53	119	333	2090							
100	"	28	72	173	546								
105	"	39	104	280	1241								
110	"	59	167	495									
115	"	101	316	1298									
120	"	194	740										
125	"	600											

(A suivre.)

MÉMOIRES ET OBSERVATIONS.

103

Étoiles occultées.			Temps moyen de Marseille.											
N° d'ordre.	Gr.		Stephan.			Coggia.			Borrelly.			Esmiol.		
			h	m	s	h	m	s	h	m	s	h	m	s
120.....	9.3	E				11. 0.	3,2							
132.....	11	I	11. 0.	5,3										
100.....	9.5	E	11. 1.34,	9		11. 1.35,	9		11. 1.26,	4				
163.....	11	I	11. 6.30,	1								11. 6.34,	5	
166.....	9.5	I	11. 7.26,	1		11. 7.25,	5		11. 7.26,	4				
108.....	9.3	E	11. 9.59,	5		11.10. 0,	1		11.10.20,	4		11.10.20,	5	
116.....	11	E	11.13.20,	0										
164.....	8.0	I	11.16.22,	7		11.16.23,	0		11.16.22,	9		11.16.23,	5	
163.....	9.4	I	11.19.45,	0		11.19.45,	5		11.19.45,	4				
180.....	9.5	I							11.20.30,	9		11.20.29,	6	
153 ou 174..	10	I	11.21. 4,	5										
181.....	10	I	11.23.11,	1					11.23.11,	9				
126.....	9.5	E	11.26.10,	7		11.26.11,	0		11.26. 0,	9		11.26.16,	4	
128.....	9.5	E	11.33.43,	8		11.33.43,	9		11.33.59,	4		11.33.59,	4	
194.....	11	I							11.39.25,	9				
136.....	9.5	E	11.42. 1,	5		11.42. 1,	5		11.41.59,	4		11.42. 3,	9	
186.....	10	I	11.44. 3,	3										
201.....	8.7	I	11.49.21,	2					11.49.21,	4		11.49.21,	8	
198.....	9.5	I	11.52.12,	1		11.52. 4,	1		11.51.52,	4				
210.....	9.5	I	11.58.40,	7		11.58.37,	7		11.58.29,	4		11.58.43,	8	
144.....	11	E	12. 2.22,	9										
174.....	10	E	12. 3. 2,	8										
118.....	10	E	12. 6.19,	3		12. 6.19,	8							
152.....	11	E	12. 8.24,	9										
221.....	10	I	12.12.11,	3										
157.....	9.4	E				12.13.59,	5		12.13.59,	4		12.13.59,	8	
156.....	11	E	12.15.57,	7										
186.....	10	E	12.19.23,	1										
165.....	9.4	E	12.20.42,	8		12.20.42,	4		12.20.42,	4		12.20.47,	1	
164.....	8.0	E	12.21.54,	6		12.21.54,	0		12.21.53,	9		12.21.54,	8	
225.....	10	I	12.24.45,	3										
166.....	9.5	E	12.26.31,	2		12.26.31,	8		12.26.30,	9		12.26.44,	2	
180.....	9.5	E	12.40.45,	4		12.40.45,	1		12.40.45,	9		12.40.49,	7	

Remarque. — I désigne une immersion, et E une émerison.

OBSERVATION DE L'ÉCLIPSE DE LUNE DU 28 JANVIER,

A LYON;

Lettre de M. Ch. ANDRÉ,
Directeur de l'observatoire.

« J'avais préparé les observations à trois lunettes :

- » 1° Équatorial coudé (0^m, 34), M. André;
- » 2° Équatorial Brunner (0^m, 16), M. Gonnessiat;
- » 3° Lunette de 4 pouces (0^m, 12), M. Marchand;

» Malheureusement, le temps a été bien peu favorable : non seulement des nuages venaient fréquemment interrompre les observations, mais des averses de neige nous ont considérablement gênés et ont rendu impossibles les observations à l'équatorial coudé.

» D'autre part, l'éclairement notable de la Lune a empêché de se servir utilement de la lunette de 4 pouces, son emploi étant restreint à l'observation des très peu nombreuses belles étoiles. D'ailleurs, en dehors de la teinte rougeâtre si caractéristique de la Lune, nous n'avons fait aucune observation particulière qui mérite d'être mentionnée.

» Voici d'ailleurs ces observations, faites avec un grossissement de 70 fois :

Numéro de la liste de Poulkova.	Grandeur.	Immersion.	Émerison.	Temps moyen de Lyon.
				h m s
166	9,5	I	»	11. 3. 6,0
108	9,3	»	E	5.45,1
164	8,0	I	»	9.30,8
163	9,4	I	»	12.10,2
201	8,7	I	»	47.16,2
210	9,5	I	»	11.54. 5,2
157	9,4	»	E	12. 8. 3,8
165	9,4	»	E	12.19.31,8

» Toutes les heures ont été obtenues par enregistrement électrique. »

OBSERVATION DE L'ÉCLIPSE DE LUNE DU 28 JANVIER,

A KIEV,

PAR M. KHANDRIKOFF.

M. le Professeur Khandrikoff nous écrit, à la date du 3 février, que l'état nuageux du ciel ne lui a permis d'observer que les temps t d'immersion de 3 étoiles; voici ses observations :

*	Gr.	Rapp.	(D.)	t (t. m. de Kiev).
				^h ^m ^s
1933 B. D.	8,0	131. 3,87	+17.26,8	13.26.27,5
1934 B. D.	9,4	131. 3,96	+17.25,6	13.27.13,5
1937 B. D.	9,5	131.10,35	+17.32,8	13.42.40,5

La lunette employée avait une ouverture de 11 pouces.

NOUVEAUX ÉLÉMENTS DE LA PLANÈTE (252) ET ÉPHÉMÉRIDE
POUR L'OPPOSITION DE 1888;

PAR M. CHARLOIS.

Cette planète a déjà été observée à deux oppositions : dans la première, de 1885 octobre 13 à 1886 janvier 4; dans la deuxième, de 1886 décembre 27 à 1887 mars 29.

Pour retrouver la planète à l'opposition de cette année, nous sommes parti des éléments calculés à l'aide des observations de la première opposition (voir *Bulletin*, t. III, p. 386) et nous avons formé, avec l'ensemble des observations, les huit lieux normaux suivants, rapportés à l'équinoxe moyen de 1885,0.

	R.	(D.)	N. de j. d'obs.
	^h ^m ^s		
1885 OCT. 30,5.....	1. 6.57,83	+ 6.45.28,0	4
NOV. 7,5.....	1. 2.53,63	+ 5.54. 9,1	6
DÉC. 8,5.....	0.59. 6,68	+ 4. 8.20,7	4
DÉC. 26,5.....	1. 6. 7,58	+ 4.18. 8,8	5
1886 JANV. 4,5.....	1.11.49,50	+ 4.39.17,5	5
DÉC. 28,5.....	7. 5.50,64	+ 8.22.28,4	4
1887 JANV. 17,5.....	6.49.46,81	+ 8.46.44,1	6
MARS 27,5.....	6.43.28,17	+12.20.28,1	3

Nous avons essayé de représenter ces lieux, en faisant varier les
Bulletin astronomique. T. V. (Mars 1888.)

distances géocentriques des 30 octobre 1885 et 4 janvier 1886; c
qui nous a conduit au système d'éléments définitifs :

1886 janvier 4,5, temps moyen de Paris.

M.....	36°.46'.41",5	} Équin. moyen 1885,0.
π	354.58.35,1	
Ω	203.18.45,1	
i	10. 1.27,3	
φ	4.47.12,7	
$\log a$	0,4987724	
μ	633",6479	

qui représentent, d'une manière satisfaisante, les lieux normaux
et une observation isolée du 13 octobre 1885 :

O. — C.		
	$\cos(\Omega) \Delta R.$	$\Delta \Omega.$
1885 OCT. 13.....	—0,24	—1",8
OCT. 30,5.....	—0,02	—0,1
NOV. 7,5.....	+0,01	—0,1
DÉC. 8,5.....	—0,03	+1,5
DÉC. 26,5.....	+0,06	+1,0
1886 JANV. 4,5.....	+0,02	—0,1
DÉC. 28,5.....	+0,07	+0,7
1887 JANV. 17,5.....	+0,25	—1,5
MARS 27,5.....	—0,14	+0,3

Ces éléments nous ont permis de calculer l'éphéméride ci-après
pour l'époque de l'opposition de 1888 :

Positions vraies.

12 h. T. m. de Paris.	R.	(Q).	$\log \Delta.$	T. de l'aberr.
1888.	h m s			m s
MARS 5.....	11.28.13,68	—4.35.39",8	0,38687	20.15
6.....	11.27.32,75	29.40,1	0,38646	20.14
7.....	11.26.51,66	23.35,3	0,38610	20.13
8.....	11.26.10,41	17.25,8	0,38579	20.12
9.....	11.25.29,07	11.12,0	0,38554	20.11
10.....	11.24.47,67	—4. 4.54,0	0,38534	20.11
11.....	11.24. 6,26	—3.58.32,2	0,38520	20.11
12.....	11.23.24,88	52. 7,0	0,38511	20.10
13.....	11.22.43,58	45.38,6	0,38507	20.10
14.....	11.22. 2,39	39. 7,3	0,38509	20.10

12 h. T. m. de Paris.	A.	(D.	log Δ.	T. de l'aberr.
1888.	h m s			m s
MARS 15.....	11.21.21,36	—3.32.33,6	0,38516	20.11
16.....	11.20.40,54	25.57,8	0,38529	20.11
17.....	11.19.59,96	19.20,1	0,38547	20.11
18.....	11.19.19,68	12.41,0	0,38570	20.12
19.....	11.18.39,76	—3. 6. 0,8	0,38598	20.13

Opposition, le 12 mars. Grandeur 13,4.

Nous avons revu la planète le 17 janvier 1888; à cette date, la correction de l'éphéméride était

$$\Delta R = +1^s,40, \quad \Delta D = -4^s,6.$$

REVUE DES PUBLICATIONS ASTRONOMIQUES.

PUBLICATIONEN DES ASTROPHYSIKALISCHEN OBSERVATORIUMS ZU POTSDAM, n° 22.
Potsdam, 1887, in-4°; 92 p.

Le Mémoire que nous avons sous les yeux, et qui forme le 2^e fascicule du tome VI des *Publications de l'observatoire de Potsdam*, a pour auteur M. J. Wilsing; il contient l'exposé détaillé des recherches sur la densité moyenne de la Terre, dont nous avons déjà parlé l'année dernière (*Bulletin*, IV, p. 234). On se rappelle que M. Wilsing fait usage d'un pendule, construit par MM. Repsold, et formé d'un tube de laiton, de 1^m de longueur, aux extrémités duquel se vissent deux boules de cuivre, du poids d'environ 540^{gr}. Ce pendule est soutenu par un couteau d'agate, encastré au milieu de sa longueur, de manière que le centre de gravité du système tombe immédiatement au-dessous de l'arête du couteau; le centre d'oscillation est un peu au-dessus. L'appareil est enfermé dans une étroite cage vitrée, qui le protège contre les courants d'air et les variations de température. Deux cylindres de fonte, pesant chacun 320^{kg}, sont suspendus, à l'aide d'un système de poulies et de câbles, en regard des deux boules, auxquelles ils présentent l'une de leurs bases; la distance du centre de chaque boule à la base du cylindre est toujours d'environ 0^m,09. La hauteur (axe horizontal) des cylindres est de 0^m,30, leur diamètre de 0^m,45; ces dimensions sont calculées de façon à obtenir le maximum d'effet pour un poids donné. L'un des cylindres étant placé en face de la boule supérieure, du côté

de l'Ouest, l'autre en face de la boule inférieure, du côté de l'Est, on fait osciller le pendule, et l'on observe les durées d'oscillation ainsi que les amplitudes, rapidement décroissantes, par la méthode du miroir (l'échelle divisée se trouve à une distance de 5^m). On répète l'observation après avoir interverti les positions des deux poids; le calcul donne alors le double de la déviation que produit l'attraction des deux masses de fonte sur les boules et sur la tige du pendule.

M. Wilsing a élaboré la théorie complète de cet instrument, en tenant compte de toutes les circonstances qui peuvent exercer une influence quelconque sur le résultat : poussée verticale, résistance de l'air au mouvement, changements de température, forme de l'arête du couteau, etc. et il s'est efforcé de combiner les expériences de manière à éliminer autant que possible les causes d'erreur. Le moment des forces d'attraction que les cylindres de fonte exercent sur le pendule peut se déduire des dimensions connues des diverses parties de l'appareil. La déviation se déduit des elongations du pendule, observées à l'aide de l'échelle divisée. Pour calculer la densité de la Terre, il faut encore connaître le moment $gM(a+s)$ du pendule, où $(a+s)$ représente ce qu'on pourra appeler la distance du centre de gravité au centre d'oscillation; ce moment s'obtient, d'une manière indirecte, par la comparaison des durées d'oscillation du pendule, observées tour à tour en ajoutant aux boules de petites rondelles de laiton, puis en enlevant la rondelle de la boule supérieure, ce qui réduit parfois le temps d'oscillation de 2^m à 10^s. M. Wilsing a d'ailleurs effectué 37 séries complètes avec le pendule lesté de ses boules, et 31 séries sans les boules, l'attraction des cylindres agissant simplement sur la tige du pendule.

Nous ne pouvons entrer ici dans le détail des nombreuses réductions et corrections nécessaires pour dégager des données que fournit l'expérience l'inconnue qu'il s'agit de déterminer, à savoir la densité moyenne de la Terre. Contentons-nous de citer le résultat final de M. Wilsing :

$$\Delta = 5,594 \pm 0,032.$$

On sait que les expériences faites avec la balance de torsion avaient donné à Cavendish 5,48; à Reich 5,49, puis 5,58; d'après Baily, on aurait 5,66, ou plutôt 5,55, en acceptant les corrections de M. Cornu, que M. Wilsing ne croit pas à l'abri de toute objection; les expériences de MM. Cornu et Baille ont donné 5,56. Le procédé de la balance ordinaire, employé par M. Jolly, a donné 5,69. M. Paynting a trouvé, par la même méthode, un nombre identique. MM. A. König et F. Richarz, qui ont perfectionné cette méthode (*Annales de Wiedemann*, 1885), sont occupés à l'expérimenter en faisant usage d'un bloc de plomb de 100000^{kg}.

M. Wilsing termine son Mémoire par quelques indications sur les applications dont son appareil est susceptible (détermination du coefficient de frottement intérieur des gaz, etc.), et il reproduit intégralement les séries d'observations exécutées à Potsdam dans le courant de l'année 1886.

La méthode de M. Wilsing, tout ingénieuse qu'elle soit, ne laisse pas cependant de présenter quelques inconvénients, dont le plus grave est la difficulté de déterminer avec rigueur les constantes de l'appareil. Il serait à souhaiter que des expériences de ce genre fussent exécutées dans des conditions très variées. Peut-être y aurait-il intérêt à observer, par exemple, l'attraction d'un cylindre sur un disque approché de l'une de ses bases.

Soient M la masse, R le rayon, H la hauteur du cylindre; son attraction sur une sphère de masse m , ayant son centre dans l'axe, à la distance h de la base la plus éloignée, peut s'exprimer sous forme finie, ou bien se calculer par la série

$$mM \left[\frac{1}{h^2} + \frac{H}{h^3} + \frac{H^2 - \frac{3}{4}R^2}{h^4} + \frac{H^3 - \frac{3}{2}HR^2}{h^5} + \frac{H^4 - \frac{5}{2}H^2R^2 + \frac{5}{8}R^4}{h^6} + \frac{H^5 - \frac{15}{4}H^3R^2 + \frac{15}{8}HR^4}{h^7} + \dots \right],$$

où le coefficient de $\frac{1}{h^{n+2}}$ est la partie entière de l'expression

$$A_n = H^n - \frac{(n+1)n}{2 \cdot 2^2} H^{n-2} R^2 + \frac{(n+1)n(n-1)(n-2)}{3 \cdot 2^2 \cdot 4^2} H^{n-4} R^4 - \dots$$

En posant $R^2 + H^2 = S^2$ et désignant par P_n la fonction sphérique de degré n , par P'_n sa dérivée, on aurait

$$H \cdot A_n = \frac{2}{(n+2)(n+3)} \left[S^{n+1} P'_{n+2} \left(\frac{H}{S} \right) - R^{n+1} P'_{n+2}(0) \right].$$

L'attraction du cylindre sur le point h de l'axe étant exprimée par $\sum \frac{A_n}{h^{n+2}}$, l'attraction, estimée dans la même direction, sur un point (h, ρ) , situé à la distance ρ de l'axe, sera $\sum \frac{A_n}{r^{n+2}} P_{n+1} \left(\frac{h}{r} \right)$, en faisant $r^2 = h^2 + \rho^2$. En effet, le théorème de W. Thomson sur le potentiel d'un corps de révolution (*Treatise*, n° 546) peut s'étendre directement à l'attraction exercée parallèlement à l'axe, ce qui simplifie beaucoup ces sortes de calculs.

Si nous remplaçons la sphère m par un disque très mince, de rayon ρ

concentrique avec les bases, l'attraction s'obtient par la série

$$mM(B_0 + A_1 B_1 + A_2 B_2 + \dots),$$

où les coefficients B s'expriment encore par des fonctions sphériques. En posant $h^2 + \rho^2 = r^2$, on trouve

$$B_n = \frac{2}{\rho^2 h^n} \int_h^1 P_{n+1} \cdot x^{n-1} dx = \frac{2}{n(n+1)} \frac{1}{r^{n+2}} P'_n \left(\frac{h}{r} \right),$$

et l'attraction cherchée devient

$$mM \left[\frac{2}{r(r+h)} + \frac{11}{r^3} + \frac{h}{r^5} A_2 + \frac{5h^2 - r^2}{4r^7} A_3 + \frac{7h^3 - 3hr^2}{4r^9} A_4 + \frac{21h^4 - 14h^2 r^2 + r^4}{8r^{11}} A_5 + \dots \right].$$

R. R.

STRUVE (LUDWIG). — BESTIMMUNG DER CONSTANCE DER PRECESSION UND DER EIGENEN BEWEGUNG DES SONNENSYSTEMS (*Mémoires de l'Académie des Sciences de Saint-Petersbourg*, VII^e série, t. XXXV, 3). Saint-Petersbourg; 1887. In-4°.

On sait que M. Auwers a entrepris, sous les auspices de l'observatoire de Poulkova, cette nouvelle réduction des observations de Bradley que les besoins de la Science réclamaient depuis longtemps. Son travail est terminé, et ne tardera pas sans doute à être livré au public; le tome III, qui contient le Catalogue définitif, est sous presse. M. L. Struve, qui avait à sa disposition une copie de ce Catalogue, n'en a pas attendu la publication pour l'utiliser. Il l'a comparé aux positions fournies par les plus récents Catalogues de Poulkova : d'une part, les Catalogues fondamentaux pour les époques 1845 et 1865, dont le dernier venait d'être dressé par M. Wagner, et, de l'autre, le Catalogue fondé sur les observations faites au cercle méridien, qui se rattache aux Catalogues fondamentaux, et dont nous avons déjà eu plusieurs fois l'occasion de parler.

Le Catalogue des 3542 étoiles observées au cercle méridien et la moyenne des deux Catalogues fondamentaux se rapportent à l'époque 1855,0; le Catalogue de Bradley a été dressé pour l'époque 1755,0. On avait ainsi des positions, séparées par un siècle d'intervalle, pour toutes les étoiles de Bradley en deçà de -15° . M. L. Struve a commencé par en déterminer les mouvements propres, en calculant la précession avec la constante obtenue en 1841 par son père. Vu le grand nombre des mouvements propres (ils appartiennent à plus de 2800 étoiles), on a cru

pouvoir laisser de côté ceux qui ne reposent que sur une seule observation de Bradley, et quelques autres encore pour d'autres motifs, ce qui en réduit le nombre de quelques centaines.

Ces mouvements propres comprennent, en dehors du déplacement particulier à chaque étoile (*motus peculiaris*), le déplacement apparent ou parallactique, dû au mouvement de translation du système solaire, et l'erreur de la constante de la précession. Ils fournissent ainsi le moyen de déterminer, d'une part, cette constante, et, de l'autre, la direction et la vitesse du mouvement de notre système. C'est là, en effet, le travail que M. L. Struve a exécuté, et dont il publie aujourd'hui les résultats.

M. O. Struve, dans le Mémoire de 1841, où il détermine la constante de la précession à l'aide des observations de Dorpat, obtient en même temps la vitesse du mouvement du système solaire en supposant la direction de ce mouvement connue par les recherches d'Argelander et de Landahl; c'est seulement après coup qu'il cherche les corrections des coordonnées du point vers lequel se dirige le Soleil. Mais rien n'empêche de conduire le calcul de manière que toutes les inconnues se trouvent déterminées du même coup; on peut se servir, à cet effet, des formules de Brünnow (*Astronomie sphérique*, p. 326), ou bien de celles de M. Airy (*Memoirs of the R. A. S.*, t. XXVIII), auxquelles M. L. Struve a donné la préférence. M. Airy introduit, à la place de la vitesse q du Soleil, ses composantes équatoriales et polaire

$$X = q \cos D \cos A, \quad Y = q \cos D \sin A, \quad Z = q \sin D,$$

et les équations de condition prennent la forme

$$\begin{aligned} \cos \delta \Delta x &= \cos \delta \Delta m + \sin x \sin \delta \Delta n + \frac{\sin x}{\rho} X - \frac{\cos x}{\rho} Y, \\ \Delta \delta &= \cos x \Delta n + \frac{\cos x \sin \delta}{\rho} X + \frac{\sin x \sin \delta}{\rho} Y - \frac{\cos \delta}{\rho} Z, \end{aligned}$$

où ρ est la distance du Soleil à l'étoile considérée; Δm , Δn sont les corrections des constantes de Bessel, Δx , $\Delta \delta$ les mouvements propres calculés. On a ainsi affaire à un plus grand nombre d'inconnues; mais, en revanche, on ne risque pas d'avoir à répéter le calcul.

Quelques astronomes ont encore tenté d'introduire dans les équations une autre inconnue, la vitesse de rotation du ciel étoilé dans le plan de la Voie lactée. Il s'agit là d'une hypothèse de sir John Herschel, qui n'a guère pour elle que l'autorité du nom de son promoteur. M. L. Struve admettrait plus volontiers que les étoiles de notre système se meuvent dans des orbites dont les plans passent par le centre de gravité commun,

qui coïncide avec le plan de la Voie lactée. Quoi qu'il en soit de ces conceptions et d'autres analogues (¹), on peut toujours essayer de le vérifier par le calcul. M. Rancken et M. Bolte l'ont fait récemment pour l'hypothèse de sir J. Herschel; mais ils sont arrivés à des résultats très différents, car le premier trouve $+5'',6$ et $+2'',4$ pour la variation séculaire de la longitude galactocentrique, tandis que le second arrive à des nombres compris entre $-0'',35$ et $-0'',50$. M. L. Struve, à son tour, trouve $+0'',042$ par les ascensions droites et $-0'',467$ par les déclinaisons, en moyenne $-0'',413$ (?). Il n'y a là aucune raison pour croire à la réalité de la rotation supposée, et M. Struve se décide finalement à la laisser de côté.

Les distances ρ qui figurent dans les équations de condition peuvent être évaluées, d'une manière plus ou moins plausible, pour chaque ordre de grandeur, en se fondant sur les dénombrements connus, comme l'a fait W. et O. Struve. Voici les distances adoptées par M. L. Struve, en faisant successivement $\rho = 1$ pour la 1^{re} et pour la 6^e grandeur :

1.....	1,00	0,13
2.....	1,80	0,23
3.....	2,76	0,36
4.....	3,91	0,51
5.....	5,45	0,70
6.....	7,73	1,00
7.....	11,55	1,49
8.....	17,40	2,25

L'échelle des mouvements propres séculaires qui correspondent à ces distances, en adoptant $8'',0$ pour les étoiles de 6^e grandeur, descend à $61'',5$ à 3^e, 6, et elle s'accorde, au moins dans une certaine mesure, avec les mouvements propres observés. Pour éviter l'influence d'étoiles exceptionnellement voisines de nous, M. L. Struve a cru devoir exclure les étoiles dont les mouvements propres dépassent plus de dix fois la moyenne de leur classe de grandeur. Il a conservé, en définitive, 2509 étoiles (2181 mouvements propres en ascension droite, 2345 en déclinaison). Comme il eût été au-dessus des forces d'un seul calculateur de résoudre les 4500 équations de condition fondées sur ces données, on a simplifié le calcul en établissant sept zones de 15° de largeur, découpées elles-mêmes en sections par ascensions droites, de manière à former 120 trapèzes d'égale étendue. En prenant, pour chaque trapèze, la moyenne des mouvements propres en ascension droite et en déclinaison,

(¹) MAXWELL HALL, *Le Système sidéral* (Bulletin, IV, p. 531).

raison, on obtenait encore deux fois 120 équations de condition, qui ont été ensuite résolues par la méthode des moindres carrés (leurs poids étant déterminés par le nombre et par les grandeurs des étoiles, de façon à atténuer beaucoup l'influence des étoiles brillantes).

En désignant par ψ la précession luni-solaire, par λ la précession planétaire, on a

$$m = \cos \omega \frac{d\psi}{dt} - \frac{d\lambda}{dt}, \quad n = \sin \omega \frac{d\psi}{dt},$$

et M. Struve a déterminé directement non pas Δm , mais $\Delta \left(\frac{d\psi}{dt} \right)$. Les ascensions droites et les déclinaisons ont d'ailleurs donné, pour cette correction, à peu de chose près le même nombre; en moyenne, $-0^s,02844$. En l'appliquant à la constante de O. Struve, on aurait, pour 1800,

$$\frac{d\psi}{dt} = 50^s,3514 + 0^s,0097 \Delta \left(\frac{d\lambda}{dt} \right).$$

Voici les valeurs de la précession luni-solaire annuelle, obtenues successivement par divers astronomes :

Bessel.....	50,3635
O. Struve.....	50,3798
Nyrén.....	50,3269
Dreyer.....	50,3820 (selon Schoenfeld)
Bolte.....	50,3584
".....	50,3570
".....	50,3621
L. Struve.....	50,3514

En négligeant, dans les équations normales de M. L. Struve, les inconnues X, Y, Z, on trouverait encore, pour la correction de la précession, à peu près le même résultat, ce qui prouve que le nombre définitif peut être considéré comme indépendant du mouvement du système solaire.

Des nombres trouvés pour les composantes X, Y, Z, M. L. Struve déduit enfin la vitesse q et les coordonnées A, D du point vers lequel se dirige le Soleil :

$$q = +4^s,3642, \quad A = 273^{\circ}21', \quad D = +27^{\circ}19'.$$

Nous lui empruntons le Tableau suivant, où sont groupées d'autres déterminations de ce point :

	A.	D.	Époque.	N. des étoiles.
W. Herschel.....	260,6	+26,3	.....	....
".....	245,9	+40,4	.....	....
Gauss.....	259,2	+30,8	.....	....
Argelander.....	259,9	+32,5	1792,5	390

	A.	D	Époque.	N. des étoiles.
Lundahl.....	252,5	+14,4	1792,5	147
O. Struve.....	261,5	+37,6	1790	392
Galloway.....	260,1	+34,4	1790	78
Mädler.....	261,6	+39,9	1800	2163
Airy	261,5	+24,7	1800	113
Dunkin.....	263,7	+25,0	1800	1167
Gyldén.....	273,9	.....	1800?	....
»	260,5	.....	1800	....
L. de Ball.....	269,0	+23,2	1860	67
Rancken.....	284,6	+31,9	1855?	106
Bischof.....	285,2	+48,5	1855	480
Ubaghs.....	262,4	+26,6	1810?	464
L. Struve	273,3	+27,3	1805	2509

Ajoutons la double détermination que l'on doit à M. Plummer, et qui est fondée sur le Catalogue du Cap :

Plummer	270,1	+20,3	.....	274
»	276,1	+26,5	.....	274

M. Struve pense qu'on pourra adopter, comme moyenne,

$$A = 266^{\circ},7, \quad D = +31^{\circ},0.$$

La vitesse apparente q , pour laquelle on vient de trouver $4'',36$, représente le déplacement du Soleil pendant cent ans, tel qu'il serait vu d'une étoile de 6^e grandeur. En ramenant aux mêmes unités les nombres obtenus par O. Struve et par Dunkin, on aurait respectivement $4'',31$ et $5'',22$. Des données de M. Gyldén, on tirerait $q = 6'',80$ et $q = 5'',89$. Tous ces nombres s'accordent assez bien entre eux, et leur moyenne ne diffère pas beaucoup de $5''$.

En adoptant $0'',083$ pour la parallaxe moyenne des étoiles de 1^{re} grandeur, ou $0'',011$ pour la 6^e grandeur, on voit facilement qu'une vitesse apparente q de $1''$ répond à un déplacement réel qui, en nombres ronds, est de 1 rayon de l'orbite terrestre par an, ou de $5^{1/2}$ par seconde. Les nombres qui précèdent représenteraient donc environ 5 rayons de l'orbite terrestre. M. Rancken (*Astronomische Nachrichten*, n° 2182) trouve 9,79; M. Maxwell Hall, 10,06 rayons.

La valeur de q obtenue par M. Airy ($24'',34$) est manifestement trop grande, parce qu'elle ne repose que sur un petit nombre de mouvements propres exceptionnels. Le résultat obtenu par M. Bischof, dans les mêmes conditions, s'éloigne encore davantage des nombres moyens : sa vitesse parallactique de $33'',67$, qui paraît se rapporter à des étoiles de 7^e grandeur, donnerait $q = 49'',5$.

Les nombres fournis par M. Ubaghs (*Astronomische Nachrichten*, n° 2733) sont, au contraire, beaucoup plus petits qu'on ne s'y serait attendu. Les vitesses de 5", 7; 4", 5; 2", 8, qu'il attribue aux étoiles de 2^e, de 3^e et de 4^e grandeur, donneraient, en moyenne, $q = 1",45$. Ajoutons que M. Brünnow (*Astronomie sphérique*, p. 327) a trouvé :

Par 32 étoiles de grandeur 3.4, m. p.	6",898
» 75 » 4 »	6,971
» 71 » 4.5 »	4,681
» 284 » 5 »	2,904

On en déduirait, en moyenne, $q = 2",5$. Enfin, les déplacements suivant le rayon visuel, qui se déduisent des observations spectroscopiques, donneraient, d'après M. Homann et M. Kövesligethy, de 24^{km} à 65^{km} par seconde (*Bulletin*, III, p. 159 et 319); ce qui correspond à des valeurs de q comprises entre 5" et 15". La valeur véritable de la vitesse de translation du système solaire est encore, on le voit, loin d'être connue.

Après avoir déterminé, comme il vient d'être dit, la constante de la précession luni-solaire, M. L. Struve donne, à la fin de son Mémoire, les nombres qui serviront à calculer la précession générale, la précession planétaire, ainsi que les variations séculaires de ces constantes (en adoptant, pour la constante de la nutation, le nombre trouvé par M. Nyrén, qui d'ailleurs diffère très peu du nombre de Peters). Il donne aussi, en Appendice, la liste des mouvements propres d'étoiles de Bradley pour lesquels les Catalogues de Poulkova ont fourni des valeurs sensiblement différentes de celles que M. Auwers avait déduites des observations de Greenwich et de Berlin.

R. R.

VIERTELJAHRSSCHRIFT DER ASTRONOMISCHEN GESELLSCHAFT. 22^e année, fascicule 2. Leipzig, 1887.

Comptes rendus annuels des travaux de quelques observatoires.

Bâle. — Les instruments établis au second étage du Bernoullianum sont plutôt destinés à l'enseignement; cependant les passages observés par M. Riggensbach pour la détermination du temps ont donné des résultats satisfaisants.

Berlin. — L'inauguration d'un grand marché couvert dans le voisinage immédiat de l'observatoire en a rendu les conditions encore plus défavorables. M. Küstner a continué d'observer, au grand cercle méridien, des fondamentales et des étoiles à mouvement propre très prononcé, sans

compter une série d'étoiles de comparaison, d'étoiles lunaires, etc., dont les positions réduites à l'époque 1885,0, forment un petit Catalogue qui sera prochainement publié. On a fait quelques expériences, avec des diaphragmes, pour connaître le rapport qui existe entre l'éclat des étoiles et l'erreur que comporte l'observation des passages; M. Küstner a trouvé des retards de $0^s,016$ en affaiblissant les étoiles d'environ 5 grandeurs, ce qui donne $0^s,003$ pour une différence égale à l'unité de grandeur. Pendant la période pluvieuse de l'automne, une nouvelle détermination de la flexion horizontale de l'instrument, exécutée à l'aide de deux collimateurs, a mis en évidence l'influence perturbatrice des plus légers changements de température. La flexion ne paraît pas dépasser un quart de seconde. L'objectif du grand cercle méridien a une ouverture de $0^m,1$.

Au réfracteur de 9 pouces, M. Knorre a continué les observations de planètes et de comètes, à l'aide du micromètre filaire, et l'enregistrement des étoiles faibles situées dans le voisinage de l'écliptique, à l'aide du clinographe; il est convaincu que ce procédé d'observation n'a rien perdu de son importance, malgré les récents progrès de la photographie stellaire, dont il servira plutôt à contrôler les résultats (voir *Bull.*, I, p. 318). M. Förster a continué ses recherches sur les mouvements des piliers en azimut, et sur la marche de la pendule enfermée dans un espace hermétiquement clos. Cette pendule s'est arrêtée le 28 août 1888 après avoir bien marché pendant cinq ans.

Le Bureau des calculs de la Commission des passages de Vénus a mis la dernière main aux réductions des observations; on a pu commencer l'impression du tome IV. Les recherches de M. Auwers sur les déterminations du diamètre solaire que fournissent les mesures héliométriques et les observations méridiennes sont déjà connues de nos lecteurs (*Bull.* IV, p. 210 et 475).

Bonn. — Le Catalogue austral de M. Schoenfeld a été enfin publié dans le tome VIII des *Observations* de Bonn; il est accompagné d'un Atlas (voir *Bull.*, III, p. 567). On s'occupe maintenant de compléter le Catalogue des zones zénithales de Bonn, dont on a presque comblé les dernières lacunes par des observations supplémentaires.

Breslau. — Quelques observations de comètes, faites au micromètre circulaire.

Bruxelles. — Le cercle mural et la lunette méridienne continuent d'être utilisés à côté du nouveau cercle méridien de Repsold. Le grand équatorial de $0^m,38$ a été employé par M. Niesten à des mesures d'étoiles doubles dont la distance est plus petite que $2''$. À l'équatorial de $0^m,15$, M. Stuyvaert a poursuivi ses observations de comètes, d'éclipses de satellites et d'occultations d'étoiles, ainsi que l'étude de l'aspect physique des planètes. M. Fievez a continué l'étude du spectre solaire de

ses rapports avec les éléments terrestres, et il a publié, sur ce sujet, plusieurs Mémoires dont il a été question ici même. L'abbé Spée s'est consacré particulièrement à l'observation des taches et des protubérances du Soleil.

Les recherches de M. Folie sur le problème de la nutation diurne ont été menées à bonne fin avec le concours de M. Niesten et des autres astronomes de l'observatoire. Le Catalogue d'étoiles, entrepris il y a trente ans par Ernest Quetelet, et qui comprend plus de 10000 étoiles, est maintenant achevé et imprimé; il pourra bientôt être distribué.

Les travaux de construction du nouvel observatoire, à Uccle, commencés en 1883, n'avancent que fort lentement. Il ne pourra guère être inauguré avant la fin de 1888.

Dresde. — M. d'Engelhardt tire toujours un grand parti de son équatorial de 0^m,30. Il observe des comètes, des nébuleuses, des étoiles doubles, des étoiles à mouvement propre très prononcé, etc.

Dusseldorf. — Observations de petites planètes.

Genève. — On a étudié plus de 500 montres ou chronomètres. Le concours spécial relatif à la compensation a donné lieu à un Rapport de M. Cellérier (*Bulletin*, IV, p. 298). L'équatorial a été utilisé par M. Kammermann pour l'observation des dernières comètes, de quelques nébuleuses, de l'anneau de Saturne; on a réussi à voir la nébuleuse de Mala, en masquant l'étoile par un petit écran et en interposant un verre d'urane ou bien une préparation d'esculine, afin de renforcer les rayons chimiques.

La détermination télégraphique de la différence de longitude entre Vienne et Genève, entreprise il y a sept ans par Plantamour et Oppolzer, a donné en définitive, pour cette différence, 40^m44^s,64.

Göttingue. — Depuis 1886, c'est M. Schur qui dirige l'ancien observatoire de Gauss, lequel a dû être restauré de fond en comble, pour être au niveau des besoins de la Science moderne. Il possède deux cercles méridiens de 4 pouces, un instrument des passages de 4^p, 5, un héliomètre de 3 pouces, quelques instruments portatifs, une collection de vieux télescopes, etc. On a commandé à MM. Repsold un héliomètre de 6 pouces. La bibliothèque, assez pauvre, renferme quelques manuscrits de Tobie Mayer. En dehors de ses devoirs de professeur, qui lui prennent une partie de son temps, M. Schur, assisté de M. Leitzmann, a commencé une nouvelle réduction des zones observées par Klinkerfues de 1858 à 1863, qui n'ont pas encore été publiées.

Gotha. — M. Becker met la dernière main à la réduction des zones précédemment observées par lui. Il a rédigé, à la demande de M. Newcomb, un exposé succinct de la méthode de Hansen pour le calcul des perturbations des petites planètes, en y joignant, comme exemple, le

calcul des perturbations d'Eurynome dues à l'action de Jupiter. En dehors des observations méridiennes courantes, il a obtenu quelques positions de comètes ou de planètes au petit équatorial.

Grignon. — Les révérends Pères continuent d'étudier les aspects physiques des principales planètes, selon le programme adopté depuis huit ans. L'installation, au prieuré, d'une petite imprimerie, destinée à la publication de leurs recherches, leur a permis de faire paraître un *Bulletin*, intitulé *Proslogium*.

Helsingfors. — Le réfracteur de 7 pouces a servi à observer les dernières comètes. L'instrument des passages a été muni par MM. Repsold d'un cercle de 0^m,48 de diamètre, flanqué de quatre microscopes; M. Donner pense que ces dimensions seront suffisantes. MM. Dreijer et Eklund ont fait les observations courantes au cercle de Reichenbach. Des observations d'étoiles filantes ont été réduites à l'aide d'un globe de bois. Une expédition, conduite par M. Pétrélius, a retrouvé 18 des 31 signaux géodésiques par lesquels avaient été marqués les sommets des triangles entre l'île de Hogland et Torneå, de 1833 à 1845. On fera le nécessaire pour les préserver du sort des autres.

Herény. — L'activité de l'observatoire s'est concentrée sur la photographie céleste. On y emploie un télescope dont le miroir a 10 pouces d'ouverture, et qui a fourni de bonnes épreuves de nébuleuses, d'amas d'étoiles, de comètes et de quelques planètes.

Kiel. — Le réfracteur est confié à M. E. Lamp, le cercle méridien à M. R. Schumacher, pour les observations courantes. La préparation du Catalogue des zones et la rédaction des *Astronomische Nachrichten* absorbent le temps de M. Krueger et de M. Kreutz.

Kremsmünster. — Le petit cercle méridien a été transféré du cinquième étage de l'antique bâtiment dans un local où il se trouve au niveau du sol. Le réfracteur est confié au P. Schwab.

Leipzig. — L'observatoire est entré en possession de l'héliomètre de Repsold. On s'occupe surtout d'achever les zones et d'en avancer la réduction.

Leipzig (Observ. de M. Engelmann). — M. Engelmann a consacré presque tout son temps à des mesures micrométriques d'étoiles doubles.

Liège (Ougrée). — L'observatoire possède un réfracteur de 10 pouces de Cooke, et un cercle méridien. M. L. de Ball a utilisé le réfracteur pour des observations de planètes et de comètes, et pour des mesures d'étoiles doubles ou de satellites. Il a entrepris la détermination d'une parallaxe stellaire et celle de la masse de Saturne (*Bulletin*, IV, p. 240, et V, p. 53). Il a aussi commencé à utiliser le cercle méridien pour un travail spécial (étoiles de la zone $\pm 2^\circ$).

Lund. — M. Dunér continue ses recherches de spectroscopie stel-

laire. M. Engström a commencé une détermination nouvelle de la latitude.

Milan. — Le grand réfracteur de 18 pouces ($0^m,50$), fourni par MM. Merz et Repsold, a commencé à fonctionner; M. Schiaparelli en est très satisfait. Il pense que c'est une erreur de croire que les très grands objectifs laissent à désirer au point de vue de la définition; la supériorité du nouvel objectif de 18 pouces sur l'ancien de 8 pouces (qui d'ailleurs est excellent) ne paraît pas douteuse.

On a observé, avec les deux instruments, des étoiles doubles, des comètes, des planètes. M. Schiaparelli et M. Celoria ont revu le phénomène mystérieux du dédoublement des canaux de Mars, confirmé ensuite par les astronomes de Nice (*Bulletin*, III, p. 326). M. Rajna observe l'heure avec la lunette de Reichenbach, qui était restée longtemps hors d'usage. On va publier les déterminations géodésiques, entreprises dans les dernières années.

Munich. — Depuis la mort de Feldkirchner, le cercle méridien est confié à M. Bauschinger, qui s'est également chargé de la revision des calculs relatifs au nouveau Catalogue, fondé, comme on sait, sur l'ensemble des observations de Lamont et de ses aides. On a pu en commencer l'impression; il y a lieu d'espérer qu'elle sera terminée avant trois ans.

M. Seeliger s'occupe de la réduction de ses mesures micrométriques, entreprises en vue de la détermination de parallaxes stellaires. M. Oertel a commencé de nouvelles mesures de l'amas h de Persée, destinées à faciliter la comparaison, actuellement malaisée, des mesures effectuées dans la même région par Lamont et par M. Krueger. M. Oertel a encore exécuté, sous la direction de M. Seeliger, des recherches photométriques et quelques déterminations géodésiques. On a décidé d'interrompre définitivement les observations relatives au magnétisme terrestre, les appareils étant trop usés et presque hors de service.

O' Gyalla. — L'observatoire de M. de Konkoly est principalement consacré aux recherches de photométrie et de spectroscopie. Les instruments s'y construisent sur place, ou se transforment au gré des observateurs. On a terminé la revision spectroscopique de la zone comprise entre 0° et -15° .

Palerme. — Observations de comètes, de planètes, de taches solaires, d'étoiles filantes, de météores de toute espèce.

Potsdam. — M. Vogel va reprendre ses recherches sur les mouvements des astres suivant le rayon visuel, révélés par les déviations des raies spectrales. Il se propose de recourir désormais à la photographie, l'observation directe étant souvent très difficile à cause du tremblement des images. M. Vogel mentionne aussi les résultats de quelques recherches

expérimentales, touchant l'achromasie des objectifs. Les nouveaux verres d'Iéna ont permis de construire des lentilles dont le spectre secondaire est à peine perceptible. Voici les nombres fournis par deux objectifs en verres d'Iéna, taillés par la maison Bamberg, de Berlin, et dont le premier a 0^m, 134 d'ouverture et 1^m, 973 de longueur focale, le second 0^m, 176 et 2^m, 500; on les a placés en regard des nombres caractéristiques d'un objectif de Fraunhofer et d'un objectif de Grubb. Ces nombres représentent le rapport $\frac{\Delta f}{f}$, qui exprime l'écart des points d'intersection des divers rayons par rapport au point d'intersection des rayons D :

Longueur d'onde.	Obj. I.	Obj. II.	Obj. Frh.	Obj. Grubb.
710	-0,00005	+0,00002	+0,00067	+0,00079
630	+0,00005	+0,00005	+0,00023	+0,00032
590	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
530	-0,00006	-0,00010	+0,00024	-0,00012
470	+0,00015	+0,00005	+0,00086	+0,00092
410	+0,00110	+0,00040	+0,00260	+0,00268

M. Wilsing a observé les protubérances solaires, qui sont maintenant moins nombreuses, à l'approche du minimum. M. Lohse a dessiné Jupiter et Mars. M. Müller s'occupe toujours de photométrie planétaire. Il a aussi commencé, avec M. Kempf, une exploration photométrique du ciel, qui comprendra toutes les étoiles jusqu'à la grandeur 7,5 et formera ainsi une extension du travail de MM. Pickering et Pritchard. On pense qu'il faudra trois ou quatre ans pour terminer la première zone (de 0° à +20°). Les déterminations sont rapportées à 48 fondamentales choisies avec soin.

M. Lohse a obtenu de nombreuses photographies du Soleil, qui complètent les observations de M. Spörer. Il a continué ses essais de photographie stellaire et ses recherches sur les moyens d'augmenter la sensibilité des plaques. M. Wilsing a mené à bonne fin les expériences entreprises en vue de la détermination de la densité moyenne de la Terre, dont il a déjà été question ici (*Bulletin*, IV, p. 234), et dont les résultats sont exposés dans un Mémoire spécial.

Prague. — M. Safarik a observé des étoiles variables.

Stockholm. — Les travaux de calcul, relatifs à la théorie des huit planètes principales, se poursuivent sous la direction de M. Gylden. On s'occupe maintenant des planètes inférieures (Mercure, Vénus, la Terre et Mars).

Strasbourg. — M. Kobold, observateur en titre, rend compte des travaux exécutés depuis le départ de M. Schur. L'héliomètre a été réparé; on l'a pourvu d'un collimateur à étoile double artificielle, destiné à con-

trôler les variations de la longueur focale. Il a été employé à des mesures du diamètre solaire. Le réfracteur a servi à observer des nébuleuses, des comètes, les satellites de Saturne, d'Uranus et de Neptune. Au cercle méridien, on a continué la détermination des fondamentales australes, en dehors des observations courantes. L'instrument des passages de Canchoix est utilisé par M. Wislicenus pour des recherches concernant l'erreur personnelle, pour lesquelles il a fait construire un appareil spécial.

Tachkent. — On a exécuté divers travaux de Géodésie, tels que la détermination de la différence de longitude entre Tachkent et la ville de Tourkestan, la fixation des coordonnées d'une foule de points du khanat de Bokhara, etc. Le réfracteur a servi à observer les dernières comètes, les taches solaires, beaucoup d'occultations; au cercle méridien, M. Pomerantzeff a déterminé des étoiles de comparaison.

Zurich. — Statistique des taches solaires, et quelques observations méridiennes.

R. R.

HILL (G.-W.). — *Coplanar motion of two planets, one having a zero mass. — On differential equations with periodic integrals.* (Extraits des *Annals of Mathematics*; juin et octobre 1887.)

Dans la première Note, M. Hill s'occupe d'un cas particulier du problème des trois corps : le mouvement est supposé s'effectuer dans un plan; la planète perturbatrice décrit une orbite circulaire et la planète troublée a une masse nulle ou négligeable. La méthode que l'auteur considère comme la meilleure se rapproche beaucoup de celle dont il s'est servi naguère, avec succès, pour la Lune : on cherche d'abord une solution périodique fonction de l'élongation moyenne des deux corps, à l'aide de quadratures mécaniques par exemple; cela fait, les inégalités proportionnelles à la première puissance de l'excentricité de l'orbite troublée peuvent être obtenues par l'intégration d'une équation différentielle linéaire. (Voir le Mémoire : *On the part of the lunar perigee which is a function of the mean motions of the Sun and Moon.* Cambridge; 1877. Réimprimé dans les *Acta mathematica*, t. VIII.)

La théorie précédente est applicable, dans la pensée de M. Hill, à Hypériorion, qui a déjà motivé plusieurs travaux : M. Asaph Hall a appelé l'attention sur le mouvement rétrograde du péri-saturne de ce satellite; MM. Newcomb et Tisserand ont étudié analytiquement le problème (*Bulletin*, II, p. 235, et III, p. 425).

M. Hill trouve que les calculs de M. Hall n'établissent pas d'une manière positive le mouvement rétrograde du péri-saturne; ils ne démon-

trent pas, en d'autres termes, que le mouvement de l'anomalie moyenne est plus rapide que celui de la longitude moyenne.

Pour éclaircir ce point, supposons, dit-il, que la Lune, au lieu d'avoir une excentricité d'environ 0,055, en ait une de 0,001. Alors la *variation* dont le coefficient est indépendant de l'excentricité (quand on considère du moins les termes les plus importants), et dont l'argument est double de la distance de la Lune au Soleil ($variation = \frac{11}{8} m^2 \sin 2D$) serait l'inégalité principale, et la Lune semblerait toujours être au périgée dans le voisinage des syzygies, et à l'apogée au moment des quadratures. Par suite, le périgée semblerait rétrograder relativement au Soleil autant que la Lune s'avance relativement au même corps. Et néanmoins la relation entre le mouvement de l'argument appelé l'anomalie moyenne et le mouvement de la longitude moyenne serait à peu près la même que dans les conditions actuelles. Or la position du périastre d'Hypérion a été conclue de l'observation des rayons vecteurs maxima et minima. Cela est légitime seulement quand l'équation du centre surpasse notablement les autres inégalités.

M. Hill ajoute que, les termes proportionnels à la première puissance de l'excentricité une fois obtenus, ceux qui sont proportionnels aux puissances successives peuvent être déduits de l'intégration d'équations différentielles de même forme. C'est un point sur lequel l'auteur ne donne pas d'autres explications.

La seconde Note de M. Hill : *Sur des équations différentielles avec des intégrales périodiques*, a pour but de montrer comment les intégrales simplement périodiques se présentent dans les problèmes; il est fait application de la théorie générale au mouvement d'un système de points matériels.

O. C.

Rapport annuel du Directeur de l'observatoire naval de Washington.

Ce Rapport, adressé au Bureau de la Marine par le capitaine de vaisseau R.-L. Phythian, faisant fonctions de directeur, comprend la période d'une année jusqu'au 30 juin 1887.

Grand équatorial. — L'instrument est toujours entre les mains du professeur Asaph Hall et du lieutenant W.-H. Allen.

Durant l'année passée, on a fait des observations des planètes supérieures, et quelques observations de la planète Vénus dans le voisinage de son élongation.

M. Hall se propose de reprendre bientôt l'observation d'une liste d'étoiles doubles pour déterminer son équation personnelle.

La publication de dessins et de mesures de Saturne effectués au grand équatorial dans le cours des dernières années aura lieu sous peu.

Instruments méridiens. — Notons comme travail spécial, en dehors des observations régulières au cercle méridien et à l'instrument des passages (au nombre de 4285), des observations des 303 futures fondamentales pour les zones australes, avec le cercle de Repsold à Annapolis; leur nombre s'élève à 3300, sans compter les déterminations instrumentales.

Équatorial de 9^p, 6. — Cet équatorial a été consacré aux comètes, aux occultations, mais surtout, paraît-il, à identifier les étoiles anonymes du Catalogue de Yarnall. La revision du Catalogue touche à sa fin. Plus de 2000 anonymes ont été examinées, dont 1571 identifiées et retrouvées dans d'autres Catalogues; les corrections ont porté sur 842 étoiles, et 72 ont été réobservées.

Un paragraphe relatif au Congrès international de Paris dit que le lieutenant A.-G. Winterhalter a reçu la mission d'y représenter l'Observatoire naval. Le Rapport sur cette mission comprendra aussi des détails intéressants sur différents observatoires du continent que M. Winterhalter a visités.

Laissant de côté les nombreux paragraphes consacrés au contrôle des instruments de marine, chronomètres, etc., notons, pour finir ce résumé météorologique de l'année: ciel couvert, 168 nuits; images médiocres, 113; images assez bonnes, 63; images bonnes, 19; très bonnes images, 2.

Stroobant (Paul). — Observations physiques de Saturne faites en 1887 à l'observatoire royal de Bruxelles (avec une planche).

Ces observations ont été faites, du 27 janvier au 20 avril, avec le grand équatorial de 0^m,38 d'ouverture.

La forme de l'ombre projetée par le globe sur les anneaux a particulièrement attiré l'attention de M. Stroobant; quelques remarques se rapportent aussi aux divisions d'Encke et de Struve, aux dissymétries des anneaux et des anses.

De nombreux et jolis dessins accompagnent les Notes d'observation. Il y en a un qui rappelle tout à fait celui de M. Trouvelot (*Bulletin*, I, p. 526).

Perry (Rev. S.-J.). — Stonyhurst College observatory. Results of meteorological and magnetical observations (1886).

Le principal travail astronomique de l'observatoire consiste dans l'étude journalière du Soleil. En voici les différentes parties :

1. Dessin du disque solaire et reproduction de toutes les taches et facules visibles. Le diamètre de l'image solaire est de 0^m,27.

2. Mesure spectroscopique (avec la fente radiale) de la hauteur de chromosphère et de toutes les proéminences gazeuses.
3. Étude de la surface générale du Soleil quand la définition est particulièrement bonne.
4. Esquisse des flammes chromosphériques (avec la fente tangente) et la direction dans laquelle elles s'inclinent étant soigneusement notée.
5. Étude de la portion du spectre des taches solaires allant de B à D.

Durant l'année, le Soleil a été visible 235 jours, et les observations ont été faites chaque jour. La chromosphère a été complètement mesurée 101 jours. Les magnifiques photographies de M. Janssen forment un guide excellent pour l'étude de l'ensemble de la surface, et l'on a toujours noté que les apparences en un point quelconque de la surface étaient soumises à des changements continuels. La quatrième classe d'observations, commencées pour la première fois cette année, peut seulement être abordée quand le ciel est exceptionnellement clair; des résultats utiles ont été obtenus dans 21 journées. Pour un même nombre de jours, l'examen des spectres des taches a pu être fait, et dans six occasions des bandes furent visibles dans le spectre. On doit mentionner que les raies les plus affectées dans les spectres des taches, en 1886, étaient les raies ordinaires de Fraunhofer, le contraire ayant lieu pendant la période du maximum des taches (*Monthly Notices*, novembre 1886; *Bulletin*, IV, p. 32).

Nous citerons pour mémoire les observations météorologiques et magnétiques et nombre d'autres données utiles ou intéressantes.

Un appendice renferme les résultats des observations météorologiques faites au Collège de Saint-Ignace, à Malte, par le Rév. S. J. Scholes.

Perry (Rev. S.-J.). — Report of the observations of the total solar eclipse of August 29, 1886, made at Carriacou. (Extrait des Proceedings de la Société royale).

Le P. Perry avait été chargé par la Commission de la Société royale d'examiner le spectre des parties intérieures de la Couronne immédiatement avant et après la totalité, et de rechercher les bandes du carbone pendant la phase totale. Il était muni d'un excellent équatorial de 56,5 d'ouverture, d'Alvan Clark, et d'un réseau Rowland ayant près de 6000 traits par centimètre. Les observations paraissent établir que la vapeur de carbone n'existait pas d'une manière appréciable, et ce résultat négatif ne peut être mis sur le compte d'une dispersion trop forte,

car le P. Perry voyait distinctement les raies faibles du spectre solaire et celles de la Couronne.

Les observations faites avant et après la totalité, bien que gênées par le temps, ont montré l'apparition successive des raies, ce qui semble indiquer que l'absorption produisant les raies de Fraunhofer prend place dans les couches successives de l'atmosphère solaire, et non dans une certaine couche exclusivement.

Anguiano (Angel). — Longitud del Observatorio astronómico nacional mexicano, 1886.

L'Observatoire national mexicain de Tacubaya a été relié télégraphiquement à Saint-Louis, Missouri (États-Unis d'Amérique). A cette opération importante ont pris part le professeur H.-S. Pritchett, pour les États-Unis, et M. Anguiano, pour le Mexique:

L'éloignement des deux stations, distantes de plus de 4000^{km}, explique suffisamment que les deux observateurs n'ont pas interverti l'ordre des observations. Quelques doutes peuvent subsister encore sur l'équation personnelle conclue d'une seule série.

Longitude 6° 36' 46", 53 à l'ouest de Greenwich.

Latitude 19° 24' 17", 5 N.

La longitude diffère de 4", 9 de la valeur trouvée en 1857 par M. Diaz Covarrubias, au moyen des culminations lunaires; cette différence ne présente rien d'anormal.

Davidson (G.). — Liste de 1278 étoiles, horaires et circumpolaires. Positions moyennes pour 1885,0. (United States coast and geodetic Survey. Appendix n° 18. Report for 1883.)

Le Catalogue de M. Davidson, attaché au Service géodésique des États-Unis, répond aux besoins des explorateurs et des géographes. C'est la seconde édition d'une liste d'étoiles publiée en 1874, et qui ne contenait que 983 étoiles.

Dans la présente liste, il y a 1126 étoiles horaires et 152 étoiles circumpolaires servant à déterminer l'azimut. Elles sont au moins de la 6^e grandeur, et par leur moyen, en quelques minutes, un instrument portatif peut être établi dans le méridien.

M. Davidson a eu soin d'indiquer les Catalogues contenant les positions des étoiles de sa liste.

EXNER (K.). — UEBER DIE SCINTILLATION. EINE MONOGRAPHIE (extrait de *Repertorium der Physik*; 1887). 62 pages in-8°.

En 1881, dans les *Comptes rendus de l'Académie impériale des Sciences de Vienne*, le prof. Exner a publié une étude sur la scintillation. Le travail actuel est consacré à l'histoire de la question depuis le temps d'Aristote.

FOLIE (F.). — NOTICES SUR LA NUTATION DIURNE ET LA LIBRATION DE L'ÉCORCE TERRESTRE, ET SUR LES MARÉES ATMOSPHÉRIQUES LUNAIRES. (Extraits de l'*Annuaire de l'observatoire royal de Bruxelles pour 1888*.)

Nous avons déjà parlé dans le *Bulletin* de la nutation diurne. Pour M. Folie, la Terre est composée de deux parties, le noyau et la croûte, susceptibles de se déplacer l'une par rapport à l'autre; des observations d'étoiles circompolaires, discutées par M. Niesten, confirmeraient les idées de M. Folie. D'autre part, le Dr E. Ronkar aurait trouvé, en traitant par le calcul le mouvement d'un noyau sphérique dans une sphère creuse et tenant compte d'une force de frottement, que les mouvements à longue période (précession et nutation annuelles) sont les mêmes que si le noyau et l'écorce formaient une masse solidaire; mais que, dans les mouvements à courte période (nutation diurne), l'écorce se meut indépendamment du noyau.

M. Folie indique quelques-unes des conséquences de sa théorie, qu'il faudrait rapprocher des travaux antérieurs d'Hopkins et de MM. Gylden et G.-H. Darwin.

O. C.

NOVA ACTA REGIÆ SOCIETATIS SCIENTIARUM UPSALIENSIS (t. XIII, fasc. 2, 1887).

Ce Volume contient un travail de M. K. Angström *Sur une nouvelle méthode de faire des mesures absolues de la chaleur rayonnante, ainsi qu'un instrument pour enregistrer la radiation solaire*.

Les travaux récents de MM. Crova, Violle, Ericsson et d'autres physiciens ont considérablement perfectionné, dit l'auteur, les méthodes pour ce qu'on appelle les mesures absolues de la chaleur rayonnante; mais, en ce qui concerne les mesures relatives de cette même chaleur, le développement des méthodes de mesure a été plus rapide encore, et c'est M. Langley qui y a principalement contribué par ses travaux.

Le principe de la nouvelle méthode consiste à exposer successivement à la source de radiation deux calorimètres A et B, complètement identiques, et à déterminer le temps correspondant à une chute de température de k° , par exemple, d'un calorimètre à l'autre.

Soient

T la valeur moyenne de ces intervalles de temps ;

D la valeur en eau des calorimètres ;

a le pouvoir absorbant de la surface ;

c la grandeur de la surface ;

Q l'intensité du rayonnement calorifique.

L'auteur démontre qu'on a

$$Q = \frac{2kD}{caT} = \text{const.} \frac{k}{T}.$$

L'instrument pour les mesures absolues se compose de deux plaques de cuivre A et B de forme circulaire, platinées et polies à l'exception des faces qui reçoivent les radiations, lesquelles sont recouvertes d'une couche de cuivre et de noir de platine galvanoplastique, puis légèrement enfumées (comme dans le pyrhéliomètre perfectionné de M. Crova).

Un couple thermo-électrique formé d'un fil de cuivre et d'un fil de maillechort et dont les deux soudures sont placées aux centres des deux plaques de cuivre permet, en interposant un galvanomètre, de connaître la différence des températures des deux plaques.

L'auteur parle ensuite d'un instrument simplifié pour mesurer l'intensité de la radiation solaire et surtout d'un appareil enregistreur de la radiation solaire expérimenté à l'observatoire météorologique d'Upsal.

O. C.

THE OBSERVATORY (1).

T. XI, janvier 1888.

Séance de la Société royale astronomique du 9 décembre 1887.

Le colonel Tupman, secrétaire, signale, parmi les présents reçus, la seconde Partie de la *Théorie analytique des mouvements des satellites de Jupiter*, par M. Souillart. La première Partie a été publiée dans le tome XLV des *Mémoires de la Société royale astronomique*.

Le colonel Tupman entre dans des détails intéressants au sujet d'un micromètre consistant en deux lames de ressort de montre, croisées à angle droit et inclinées à 45° sur la direction du mouvement diurne ; il suffit d'observer les passages des deux objets sur les deux fils pour conclure leurs différences d'ascension droite et de déclinaison, presque

1) M. H.-H. Turner, premier assistant de l'observatoire de Greenwich, et A.-A. Common remplacent, comme éditeurs, à partir de cette année, J. E.-W. Maunder, A.-M.-W. Downing et T. Lewis.

sans calcul. Ce micromètre exige un cercle de position. Le colonel Tupman, qui l'a employé pendant longtemps, a obtenu avec lui de bons résultats.

L'Astronome royal partage l'avis du colonel Tupman relativement à la valeur de ce micromètre. On s'en est servi à Greenwich pendant quelques années dans l'observation des comètes.

Une circonstance cependant, avec ce micromètre, paraît faire tort à la précision de l'observation. Étant donnée la difficulté, dit M. Turner, qu'on a à bissecter un objet avec un fil, difficulté qu'on cherche à écarter par l'emploi d'un prisme à réversion changeant l'orientation du fil, ne peut-il pas arriver que les inclinaisons opposées des fils ou lamelles soient causes d'erreurs systématiques? Le colonel Tupman ne croit pas que la chose arrive avec des comètes à noyaux définis.

M. Ranyard, le colonel Tupman et l'Astronome royal ajoutent quelques mots sur les micromètres employés par Carrington dans les observations des taches solaires et par M. Neison pour l'étude de la Lune.

L'Astronome royal revient sur la question des plaques courbes et la Photographie céleste pour compléter ce qui a été dit dans la séance précédente (*Bulletin*, V, p. 72). L'objet des recherches était d'étudier les plaques courbes, en outre de déterminer la déformation aux différents points d'une plaque, et spécialement de voir si la distance entre deux étoiles changeait d'une manière appréciable avec la durée de pose; c'est-à-dire si, l'image de l'étoile grandissant, le centre de condensation reste toujours au même point, et si la distance entre les deux images demeure la même pour les belles étoiles comme pour les plus faibles. Dans ce but, M. Criswich a pris plusieurs photographies du groupe des Pléiades: sur la même plaque, on faisait une première pose au centre, de dix minutes de durée, puis une seconde, de deux minutes, à une petite distance du centre; les opérations analogues étaient reproduites aux coins de la plaque. Les plaques courbes dont s'est servi M. Criswick sont des plaques carrées de 0^m, 15; le rayon de courbure de la plaque correspond à celui du lieu du cercle de moindre confusion, environ $\frac{3}{8}$ de la distance focale; une plaque couvre près de 6° carrés.

En donnant une indication sur les expériences poursuivies, l'Astronome royal appelle l'attention sur ce que, à une certaine distance du champ, le cercle de moindre confusion n'est plus un cercle, mais semble une croix formée par deux diamètres rectangulaires; il croit qu'il y a là un effet d'astigmatisme; quand la durée de pose augmente, l'ovale tend à se produire.

À la discussion assez délicate qui a suivi ont pris part le capitaine Abney, M. Common et quelques autres membres. Nous allons repro-

duire les remarques suivantes du capitaine Abney, auxquelles M. Compton paraît avoir donné son assentiment :

On a tort de faire abstraction de l'épaisseur de la couche de gélatine, qui atteint 0^{mm},2, tandis que la couche de collodion des anciennes plaques était beaucoup plus mince. J'ai pris des plages brillantes ayant une forme déterminée, mesurable avec un micromètre; je les ai mises sur des couches sensibles et je les ai photographiées sur ces couches sans rien mettre derrière; l'expérience montre que la lumière déborde d'une manière très notable. Il est probable qu'en prenant ainsi des copies successives, des plages de forme variée, même triangulaire, donneront lieu à la fin aux figures ovales, dont l'Astronome royal parlait. Cela vient de la réflexion sur le dos de la couche et sur le dos de la plaque. La question d'optique peut être mise ici de côté. Je pense que dans une matière de cette nature les astronomes ne peuvent mettre trop de soin pour connaître exactement ce qu'ils font. Ces réflexions, désignées sous le nom d'*halation*, méritent d'être étudiées, parce qu'elles affectent non seulement la beauté d'une photographie d'étoiles, mais aussi, et d'une manière très sensible, la grandeur des étoiles.

Quand on va du centre aux bords du champ, l'empiètement de la lumière s'exagère, surtout dans la direction du rayon partant du centre du champ. La conséquence importante est que, si l'on considère deux étoiles voisines, l'une faible et l'autre brillante, leur distance ne sera pas la même au centre du champ et au bord de la plaque, et cela parce que l'image de l'étoile brillante s'éloigne du centre d'autant plus que la durée de pose est plus grande.

M. Knobel donne des détails sur la nouvelle édition du *Catalogue d'étoiles de Ptolémée*, que prépare le Dr Peters, d'Hamilton College. M. Knobel s'est livré, il y a peu d'années, à une comparaison attentive des manuscrits arabes pour tirer des sources orientales une nouvelle édition du *Catalogue de Ptolémée*. Les recherches approfondies du Dr Peters embrassent toutes les études antérieures; il a visité quantité de bibliothèques et comparé tous les manuscrits.

Société astronomique de Liverpool.

Suivant ce qui a été déjà fait dans le *Bulletin*, il sera rendu compte en même temps de la session entière, à moins qu'une Communication n'ait un intérêt spécial d'actualité.

Société astronomique de France.

On sait qu'une Société astronomique a été fondée récemment, à Paris,

par M. Flammarion, sur le plan de la Société anglaise de Liverpool. Comme pour cette dernière, un résumé des principales Communications sera donné de temps en temps.

Denning (W.-F.). — Notes sur les météores.

Un bolide d'un éclat et d'une grosseur extraordinaires a été observé dans le crépuscule, le 17 novembre au soir.

Elger (T.-G.). — Notes sélénographiques.

Diophante et Delisle; Cardan et Kraft.

Clerke (A.-M.). — Sur les recherches de M. Lockyer relatives aux étoiles et aux météorites.

Miss Clerke a publié dans l'*Observatory* une analyse des derniers travaux du savant anglais. En voici le résumé :

Tous les corps de l'espace lumineux par eux-mêmes sont composés de météorites diversement agrégées et à différentes phases de température suivant la fréquence et la violence de leurs chocs mutuels. Les comètes, les nébuleuses, les étoiles possédant des spectres avec des raies brillantes, et celles qui ont des spectres de bandes du type III, classe qui renferme la plupart des variables à longue période, peuvent être regardées comme de véritables essaims de météores; ils seraient formés d'une multitude de corps solides, séparés et en partie indépendants, baignés par les gaz qu'ils se dégagent et embrasés par la chaleur provenant des résistances éprouvées dans les mouvements.

La distinction actuelle entre les étoiles, les comètes et les nébuleuses ne reposerait sur aucune base physique. Les étoiles, d'autre part, analogues à Sirius et au Soleil (constituant seules, à proprement parler, les soleils), seraient des essaims météoriques vaporisés; leur haute température représente, sous une autre forme, l'énergie des myriades de particules qui viennent se choquer, tout en obéissant à la puissance supérieure de la gravitation....

Les recherches de M. Lockyer ont été publiées dans *Nature* (n°s des 1 et 24 novembre 1887); mais elles ont encore un caractère provisoire.

Correspondance et Notes.

Gill (D.). — L'observatoire du Cap.

Pour répondre aux désirs des éditeurs, M. Gill annonce qu'il enver-

de temps en temps des indications sur les travaux de l'observatoire du Cap.

Il a ramené au Cap le nouvel héliomètre de 7 pouces. Un programme de travail a été préparé. Il s'agirait de déterminer les parallaxes moyennes des étoiles des trois premières grandeurs. Le travail doit demander cinq ans.

M. Finlay s'occupe de chercher des comètes et a trouvé, chemin faisant, des nébuleuses nouvelles.

En ce moment, M. Gill est occupé à une détermination de longitude entre le Cap et le Port-Élisabeth. La triangulation de l'Afrique australe est en voie de progrès, mais M. Gill trouve qu'il n'y a pas assez de stations astronomiques complètes. C'est un *desideratum* que présentent du reste toutes les autres opérations géodésiques.

La revision photographique du Ciel marche rapidement, l'instrument étant en fonctions depuis le crépuscule du soir jusqu'à l'aube. La réduction des plaques de 0° à 12° de distance polaire a été terminée par le professeur Kapteyn, qui a en mains, pour les mesurer, les plaques jusqu'à 30° de distance polaire.

Les plaques sèches de Derby employées maintenant ne demandent qu'une demi-heure de pose, au lieu d'une heure que réclamaient les anciennes.

Brooks (W.-R.). — La comète Olbers-Brooks.

Notes sur l'aspect de la comète, accompagnées de 4 dessins.

L'éclipse totale de Soleil du 19 août 1887.

Le Dr Khandrikoff, professeur d'Astronomie à Kiev, a observé cette éclipse sur un sommet de l'Oural. Du fait que les protubérances étaient nombreuses et bien marquées, alors qu'on se trouve dans la période du minimum des taches, l'auteur tire la conclusion qu'il n'y a pas de lien entre les taches solaires et les protubérances. Il y aurait là, pense-t-il, une objection à la théorie de M. Faye. Mais un article de M. Faye, inséré dans les *Comptes rendus* du 6 février, tend à montrer qu'il n'en est rien.

Une seconde conclusion du savant russe serait que la Couronne solaire n'a pas d'existence réelle; elle proviendrait d'un phénomène d'optique.

Catalogue des spectres d'étoiles.

Le tome VIII des Publications de l'observatoire de O'Gyalla contient un Catalogue des spectres de toutes les étoiles jusqu'à la grandeur $7\frac{1}{2}$ et comprises entre 0° et — 15° de déclinaison. Le professeur Vogel, de Potsdam, a donné le premier Catalogue de ce genre dans sa Revision spectroscopique du Ciel entre 0° et + 20° de déclinaison; puis M. Dunér a publié un second Catalogue embrassant la zone de + 20° jusqu'au pôle Nord.

Le Catalogue de O'Gyalla contient 2022 étoiles observées dans le voisinage du méridien avec un spectroscopie stellaire de Zöllner. Les types de Vogel ont été adoptés.

Il serait désirable qu'un observatoire de l'hémisphère austral complétât le travail de -15° de déclinaison jusqu'au pôle Sud.

Le Nautical Almanac.

Annnonce du volume pour 1891. La seule modification consiste dans la manière de compter les angles de position pour les occultations : ils sont comptés maintenant du Nord vrai en allant vers l'Est. 32 étoiles, dont 27 australes, ont été ajoutées à la liste des fondamentales.

Observations du Cap de Bonne-Espérance.

Les résultats des observations méridiennes faites au Cap, de 1882 à 1885, viennent d'être publiés; ils serviront à former un Catalogue pour l'époque 1885, et les étoiles fondamentales de la *Durchmusterung* de Schönfeld en formeront la partie la plus importante.

Dans l'Introduction du volume, M. Gill discute avec soin les erreurs des vis micrométriques du cercle méridien et touche à divers autres points intéressants. Un fait à noter, c'est que, malgré la similitude presque parfaite des instruments méridiens du Cap et de Greenwich (la seule différence se trouve dans les ouvertures du cube central pour permettre l'observation des collimateurs), les flexions sont tout à fait dissimilaires.

Variation de l'équation personnelle dans les observations méridiennes.

M. Hilfiker a appelé l'attention sur le changement, avec le temps, de la différence de ses équations personnelles dans les deux modes d'observation, avec l'œil et l'oreille et avec le chronographe (*Bulletin*, V, p. 28). Les expériences faites à Greenwich, en 1885-86-87, par cinq observateurs, n'accusent pas de variations marquées.

Appareil enregistreur pour le photomètre à prisme.

M. E. de Gothard décrit dans le *Zeitschrift für Instrumentenkunde* (1887, p. 347) un appareil enregistreur pour le photomètre à prisme. Nous avons fait remarquer, à plusieurs reprises, la nécessité de ce complément du photomètre.

Osservazioni di stelle cadenti fatte dai membri dell'Associazione meteorica italiana durante l'anno 1871.

M. Denning rend compte de ce volume, qui forme la deuxième partie du n° VII des Publications de l'observatoire Royal de Milan. Le volume

contient 9627 observations d'étoiles filantes, faites en 1871. Ce Catalogue est un Supplément à deux autres; le premier (publié en 1874) comprenait 7152 météores vus en 1872, et le second (publié en 1882 et formant la première partie du n° VII des Publications précitées) contenait 7602 météores. Les trois Catalogues réunis embrassent donc 24381 météores observés de 1868 à 1872.

Il serait important pour l'Astronomie météorique que les points radiants de tous ces météores fussent déterminés. M. Denning a exécuté le travail pour 4143 d'entre eux. Il reste encore beaucoup à faire.

Le Catalogue actuel contient quelques observations de météores auxquels M. Denning a donné le nom de *stationnaires* (*Bulletin*, II, p. 92). Ainsi il y aurait un essaim de Perséides plus d'un mois avant la pluie du mois d'août.

Mort du professeur Balfour Stewart.

Le nom de ce physicien distingué a sa place dans l'histoire de l'Analyse spectrale. Depuis 1870, il était professeur de Philosophie naturelle au Collège d'Owen, à Manchester. Sa mort est arrivée le 19 décembre.

MONTHLY NOTICES.

T. XLVIII, n° 2; décembre 1887.

Airy (Sir G.-B.). — Théorie numérique de la Lune (extrait d'une Lettre au Secrétaire).

L'illustre auteur pense avoir trouvé la cause de quelques discordances dans la théorie de la Lune qu'il a publiée récemment. (Voir *Bulletin*, V, p. 274.)

Gore (J.-E.). — Sur l'étoile double Σ 1847.

Dans l'hypothèse que l'étoile principale est seule en mouvement, le mouvement propre annuel serait de 0",105 dans la direction définie par un angle de position égal à 114°. Ces chiffres résultent des observations de 1830 à 1878.

Marth (A.). — Éphéméride pour les observations physiques de Mars, en 1888.

O. C.

ASTRONOMISCHE NACHRICHTEN, n° 2822-2823.

Dorst. — Réduction des observations photométriques de Zöllner.

Dans ses *Fondements d'une photométrie générale du ciel* (Berlin, 1861), Zöllner a publié des séries de comparaisons photométriques de plus de 200 étoiles, effectuées avec l'instrument qui porte son nom. Mais ces observations se rapportent toujours à des groupes de 3 à 6 étoiles, dont il a déterminé l'éclat relatif par des comparaisons répétées, et il n'a pas cru devoir les réduire toutes à une même unité, par crainte des erreurs que la variabilité de quelques-uns des objets observés aurait pu introduire dans les résultats définitifs. (Zöllner nous apprend lui-même, dans la Préface, que son travail était une réponse à une question mise au concours par l'Académie des Sciences de Vienne, en 1857; mais que, pas plus que ses concurrents, il ne fut jugé digne du prix, le nombre des étoiles observées ayant paru insuffisant. On proposa aux concurrents de publier leurs Mémoires aux frais de l'Académie; Zöllner, pour sa part, préféra s'adresser sans retard à un éditeur.) On est revenu aujourd'hui des craintes exagérées inspirées par la variabilité des étoiles, et il a paru opportun à un volontaire de la Science, M. Dorst, d'entreprendre la réduction définitive des observations photométriques de Zöllner, en profitant de cette circonstance que beaucoup d'étoiles sont communes à plusieurs groupes. M. Dorst a pu, de cette manière, rapporter presque toutes les intensités observées à celle des deux groupes que Zöllner avait observés le 14 février 1860, de $8^h 25^m$ à $10^h 5^m$ du soir, et pour lesquels on pouvait admettre que la flamme du photomètre était restée invariable. Pour un petit nombre de groupes qu'il n'était pas possible de relier aux précédents d'une manière assez certaine, on a eu recours à des comparaisons avec les Catalogues connus, afin de les ramener à l'unité adoptée. M. Dorst a commencé par répéter les calculs déjà faits par Zöllner; il a ensuite déterminé les corrections instrumentales, et a procédé finalement à la combinaison des groupes et à la formation du Catalogue. La comparaison de ce Catalogue avec ceux de Th. Wolff, de Pickering, de Pritchard, de Seidel, a montré que les observations de Zöllner sont d'une suffisante précision, et qu'elles fournissent d'utiles matériaux pour l'époque où elles ont été faites. Il se trouve seulement que, chez Zöllner, les différences d'éclat des étoiles brillantes sont un peu plus faibles que chez les quatre autres observateurs, tandis que, pour les étoiles de faible grandeur, ses observations tiennent le milieu entre celles de Wolff et de Pickering, d'une part, et celles de Pritchard et de Seidel, de l'autre.

Bruns (H.). — Sur le théorème de Lambert.

M. Bruns fait remarquer (la remarque n'est pas nouvelle) que le théorème de Lambert sur la courbure de l'orbite apparente des comètes ne diffère pas, au fond, de l'équation du huitième degré qui fournit la distance et qu'il peut, conséquemment, servir de point de départ à une méthode de détermination des orbites. On utilise ici directement les équations différentielles du mouvement; seulement M. Bruns fait observer que, pour un calcul très précis, il n'est plus permis de considérer le mouvement de la Terre comme purement elliptique, et qu'il y a lieu de tenir compte des principales inégalités qui proviennent de l'action de la Lune; on peut tourner cette difficulté en rapportant les coordonnées, non plus au centre de la Terre, mais au centre de gravité commun de la Terre et de la Lune, ou, pour le dire d'un mot, en faisant usage de coordonnées barycentriques. À part ce détail, la méthode combinée par M. Bruns revient essentiellement à déterminer la distance géocentrique ρ et sa dérivée ρ' par l'équation de Lambert, mise sous la forme

$$\frac{\mu}{R^3} - \frac{1}{r^3} = A\rho,$$

et par une relation linéaire qui donne le rapport $\frac{\rho'}{\rho}$, comme dans la méthode de Laplace ⁽¹⁾; dans les coefficients de ces équations figurent les premières et les secondes dérivées des coordonnées sphériques, tirées par interpolation de trois ou d'un plus grand nombre d'observations. Ces indications suffiront pour donner une idée de la méthode proposée.

Celoria. — Orbite de l'étoile double β Dauphin.

On connaissait déjà plusieurs orbites de cette étoile double, découverte par Burnham (β 151); elles sont dues à M. Gore et à M. Dubjago. M. Celoria a repris le calcul en mettant à profit les mesures obtenues par M. Schiaparelli, en 1875 et en 1886-87. Le temps de révolution du couple est de dix-sept ans, la distance moyenne de 0",46.

Peters (C.-H.-F.). — Sur l'Index des Catalogues de Greenwich.

L'Index récemment publié par miss Lamb (aujourd'hui M^{me} Updegraff) pour faciliter la recherche des étoiles contenues dans les divers Catalogues de Greenwich rendra de grands services, mais il n'est pas exempt d'erreurs; ainsi c'est à tort que l'auteur prétend que toutes les

(1) Voir *Bulletin*, IV, p. 411.

étoiles, sauf trois, ont été identifiées dans les Catalogues de Bonn ou Cap. M. Peters en a trouvé 110 qui ne se rencontrent pas dans les Catalogues en question; il y en a, dans le nombre, qui sans doute n'existent pas dans le ciel.

Espin. — Étoiles à spectres remarquables.

C'est une liste d'étoiles récemment observées à Wolsingham.

Seydler (A.). — Solution du problème de Kepler.

Il y a dix ans, M. Doberck a publié (*Astr. Nachr.*, n° 2202) des Tables destinées à faciliter la solution de l'équation de Kepler, et donnant l'une l'anomalie excentrique E avec les arguments e , M, l'autre l'anomalie moyenne M avec les arguments e , E, pour des excentricités ne dépassant pas 0,9. M. Seydler, qui préfère cette dernière Table même pour la recherche de l'inconnue E, l'a complétée pour les excentricités comprises entre 0,9 et 1,0, en prenant pour argument, soit l'excentricité e , soit son complément $1 - e$, lorsque E ne dépasse pas 15° , et en ajoutant une Table qui donne le logarithme du rapport $\frac{\alpha^3}{\alpha - \sin \alpha}$. Connaissant e et M, on commence par prendre, dans la Table de Doberck ou dans celle de M. Seydler, une valeur approchée de E; ensuite, deux systèmes de formules permettent de corriger assez vite cette première approximation et d'arriver au résultat définitif. Nous n'en citerons qu'un : en désignant par α la valeur approchée de E, et posant $E = \alpha + \omega$, on trouve la correction ω par les formules

$$\begin{aligned} s. \sin \sigma &= e \sin \alpha, \\ s. \cos \sigma &= 1 - e \cos \alpha, \\ s. \sin(\sigma - \omega) &= \alpha - M, \end{aligned}$$

qui supposent seulement qu'on puisse faire $\omega = \sin \omega$. L'autre système est fondé sur l'introduction du complément $\varepsilon = 1 - e$. Voir aussi, sur ce sujet, *Bulletin*, I, p. 381, et II, p. 402.

L'éclipse de Lune du 28 janvier.

On a pu observer quelques immersions ou émergences à Kiel, à Bothkamp, à Poulkova, à Tachkent, à Turin, à Paris, à Genève, à Neuchâtel.

Observations de comètes, etc.

R. R.

MÉMOIRES ET OBSERVATIONS.

NOTE SUR LA DÉTERMINATION GÉOMÉTRIQUE DES POSITIONS APPARENTES DES ÉTOILES CIRCOMPOLAIRES

(Méthode de M. A. Gaillot);

PAR M. F. BOQUET.

M. A. Gaillot a donné dans le *Bulletin astronomique* (t. I, p. 375) une méthode géométrique rigoureuse pour le calcul des positions apparentes des étoiles circompolaires. L'application de cette méthode repose sur la détermination préalable de constantes de réduction qui sont les mêmes pour toutes les étoiles. Les expressions des constantes relatives à l'aberration peuvent se mettre sous une forme plus élégante et surtout plus avantageuse pour la mise en nombre, et que je crois utile de signaler aux calculateurs. On se reportera d'ailleurs à l'exposé de la méthode et à l'application qui en a été donnée par M. Gaillot (*Bulletin astronomique*, t. I, p. 577), pour la définition des différentes quantités qui entrent dans les formules suivantes.

On a

$$\begin{aligned} n &= b \left[\sin(\odot - u') + e \sin(P - u') + 2 \sin^2 \frac{\omega_1}{2} \sin u' (\cos \odot + e \cos P) \right], \\ \lambda &= b \left[\cos(\odot - u') + e \cos(P - u') - 2 \sin^2 \frac{\omega_1}{2} \cos u' (\cos \odot + e \cos P) \right], \\ \mu &= b (\cos \odot + e \cos P) \sin \omega_1. \end{aligned}$$

Les deux premières formules peuvent s'écrire

$$\begin{aligned} m &= b [\cos u' (\sin \odot + e \sin P) - \cos \omega_1 \sin u' (\cos \odot + e \cos P)], \\ n &= b [\sin u' (\sin \odot + e \sin P) + \cos \omega_1 \cos u' (\cos \odot + e \cos P)]. \end{aligned}$$

Si l'on pose

$$\begin{aligned} f &= b (\sin \odot + e \sin P), \\ g &= b \cos \omega_1 (\cos \odot + e \cos P) \end{aligned}$$

$$\frac{g}{f} = \tan \varphi,$$

on a, pour calculer m , n et p , les formules très simples

$$m = f \frac{\cos(\varphi + u')}{\cos \varphi},$$

$$n = f \frac{\sin(\varphi + u')}{\cos \varphi},$$

$$p = g \tan \omega_1.$$

Le choix des quantités auxiliaires f et g était tout indiqué par la façon même dont l'auteur détermine les valeurs de m , n et p . La réduction en Tables des quantités f et g , ainsi que celle de la quantité p , ne présente aucune espèce de difficultés, et le calcul des nombres de réduction relatifs à l'aberration devient extrêmement simple.

Ayant eu l'occasion d'appliquer plusieurs fois la méthode de M. A. Gaillot, j'ai la conviction que, grâce aux simplifications de calculs qui se présentent naturellement, son emploi, fait d'une façon suivie et systématique d'année en année, ne donnerait pas lieu à beaucoup plus de calculs que les méthodes généralement adoptées, surtout si l'on a à déterminer les positions apparentes d'un assez grand nombre de circompolaires. La longueur des calculs est beaucoup plus apparente que réelle, et, bien certainement, la différence de travail serait largement compensée par la rigueur indiscutable des résultats obtenus.

Dans un prochain article, je comparerai pour des étoiles très voisines du pôle les résultats numériques fournis par cette méthode et par divers autres procédés connus.

**CALCUL DES POSITIONS APPARENTES DES ÉTOILES CIRCOMPOLAIRES :
MÉTHODE DE M. FABRITIUS;**

PAR M. GONNESSIAT.

M. Gaillot a donné dans le *Bulletin* (I, p. 375 et suivantes), pour le calcul des lieux apparents des circompolaires, des formules analogues à celles qu'on emploie pour le calcul des lieux moyens. Ces formules sont rigoureuses et conviennent à un intervalle de temps quelconque, mais l'application ne laisse pas d'en être très laborieuse.

En général, dans ce genre de calculs, on n'a guère à considérer qu'un intervalle restreint à une ou deux années. Il y a donc lieu de se demander si, dans ce cas, des approximations convenables ne permettent pas d'arriver, par des formules d'un emploi facile, à une précision toujours suffisante.

Ces approximations doivent porter sur deux points différents.

Considérons les coordonnées rectilignes, exprimées en fonction de l'ascension droite et de la déclinaison moyennes,

$$x = \cos \delta \cos \alpha, \quad y = \cos \delta \sin \alpha, \quad z = \sin \delta;$$

on aura pour la position apparente

$$x'' = x + \Delta x = \cos(\delta + \Delta\delta) \cos(\alpha + \Delta\alpha), \quad \dots$$

En premier lieu, il faut se préoccuper de calculer Δx , Δy , Δz avec la précision voulue. Or, avec les moyens actuels d'investigation, il est bien difficile de mesurer avec certitude des coordonnées à 0'',01 près; il paraît dès lors légitime de négliger les termes dont l'ensemble équivaldrait seulement à quelques *millièmes* de seconde d'arc.

En second lieu, ayant obtenu Δx , Δy , Δz , il faut en déduire $\Delta\alpha$ et $\Delta\delta$. Près du pôle, les variations des coordonnées rectilignes sont une fraction très notable de ces coordonnées elles-mêmes, et il n'est plus permis d'exprimer $\Delta\alpha$ et $\Delta\delta$ linéairement en fonction de Δx , Δy , Δz : il faut tenir compte des termes du second ordre. Le procédé proposé à cet effet par M. Fabritius (*Astronomische Nachrichten*, nos 2072-73) est particulièrement commode.

L'objet de cette Note est de montrer comment on peut passer des formules rigoureuses aux formules de M. Fabritius.

En conservant les notations de M. Gaillot, qui sont d'ailleurs celles de Le Verrier (*Annales de l'Observatoire de Paris*, t. II), on a, pour le calcul des coordonnées vraies,

$$(1) \left\{ \begin{aligned} \cos \delta' \cos(\alpha' - \alpha' + \vartheta) &= \cos \delta \cos(\alpha - u), \\ \cos \delta' \sin(\alpha' - \alpha' + \vartheta) &= \cos \delta \sin(\alpha - u) \\ &\quad + \sin \delta \sin \theta - 2 \sin^2 \frac{\theta}{2} \cos \delta \sin(\alpha - u), \\ \sin \delta' &= \sin \delta - \cos \delta \sin(\alpha - u) \sin \theta - 2 \sin^2 \frac{\theta}{2} \sin \delta. \end{aligned} \right.$$

De ces formules, on déduit facilement les suivantes :

$$(2) \quad \left\{ \begin{array}{l} \cos \vartheta' \cos x' = \cos \vartheta \cos(x + u' - u - v) - \sin \vartheta \sin \theta \sin(u' - v) \\ \quad + 2 \sin^2 \frac{\theta}{2} \cos \vartheta \sin(x - u) \sin(u' - v), \\ \cos \vartheta' \sin x' = \cos \vartheta \sin(x + u' - u - v) + \sin \vartheta \sin \theta \cos(u' - v) \\ \quad - 2 \sin^2 \frac{\theta}{2} \cos \vartheta \sin(x - u) \cos(u' - v). \end{array} \right.$$

On a, d'autre part, en tenant compte des termes du second ordre,

$$\begin{aligned} \sin(u' - u - v) &= (\psi \cos \omega - v) \sin 1'' - \frac{\omega' - \omega}{2} \psi \sin \omega \sin^2 1'', \\ \sin \theta \sin(u - v) &= \psi \sin \omega \sin 1'', \\ \sin \theta \sin u &= \psi \sin \omega \sin 1'' + (\omega' - \omega) \psi \cos \omega \sin^2 1'', \\ \sin \theta \cos(u' - v) &= -(\omega' - \omega) \sin 1'' - \frac{\psi^2}{2} \sin \omega \cos \omega \sin^2 1'', \\ \sin \theta \cos u &= -(\omega' - \omega) \sin 1'' + \frac{\psi^2}{2} \sin \omega \cos \omega \sin^2 1''. \end{aligned}$$

En introduisant à la place des seconds membres les constantes de Bessel (notations de la *Connaissance des Temps*), on trouve

$$\begin{aligned} \sin(u' - u - v) &= (Cm + E) \sin 1'' - \frac{1}{2} Cn D \sin^2 1'', \\ \sin \theta \sin(u - v) &= Cn \sin 1'', \\ \sin \theta \sin u &= Cn \sin 1'' - Cm D \sin^2 1'', \\ \sin \theta \cos(u' - v) &= D \sin 1'' - \frac{1}{2} C^2 mn \sin^2 1'', \\ \sin \theta \cos u &= D \sin 1'' + \frac{1}{2} C^2 mn \sin^2 1'', \end{aligned}$$

où il est entendu que D et C ont leur valeur complète.

Développons les seconds membres des équations (2) et de la troisième des équations (1) et substituons-y les valeurs précédentes.

Écrivons d'ailleurs, pour simplifier, les coordonnées rectilignes à la place des coordonnées polaires. Nous arrivons à

$$(3) \quad \left\{ \begin{array}{l} x' - x = [x(Cm + E) - zCn] \sin 1'' - \frac{y}{2} [C^2(m^2 + n^2)] \sin^2 1'', \\ y' - y = [x(Cm + E) + zD] \sin 1'' \\ \quad - \left[\frac{y}{2} (C^2 m^2 + D^2) + xDCn - \frac{z}{2} C^2 mn \right] \sin^2 1'', \\ z' - z = (xCn - yD) \sin 1'' \\ \quad - \left[xDCm - \frac{y}{2} C^2 mn - \frac{z}{2} (C^2 n^2 + D^2) \right] \sin^2 1'', \end{array} \right.$$

Examinons maintenant la valeur des termes du second ordre. Au voisinage du pôle, les plus importants sont ceux qui sont multipliés par $\frac{x}{2}$; or il est facile de s'assurer que la valeur maximum en est seulement de 0",001 pour $C=1$ et 0",005 pour $C=2$. Quant aux autres termes, ils contiennent en facteur x ou y , dont les valeurs sont faibles : dans le cas de $C=2$, un des plus sensibles, $\frac{x}{2} C^2 (m^2 + n^2) \sin^2 i''$, atteint à peine 0",002 pour la déclinaison 85°, et tombe à 0",0004 à 1° du pôle.

On voit donc que les termes du second ordre, dans les formules ci-dessus, sont parfaitement négligeables lorsqu'il ne s'agit que d'un intervalle d'une ou même deux années.

La théorie de l'aberration fournit ensuite, pour le calcul des coordonnées apparentes, les expressions suivantes

$$\begin{aligned} kx'' &= x' + v \sin \odot \sin i'' + \delta x, \\ ky'' &= y' - v \cos \odot \cos \omega \sin i'' + \delta y + v(\omega_1 - \omega) \cos \odot \sin \omega \sin^2 i'', \\ kz'' &= z' - v \cos \odot \sin \omega \sin i'' + \delta z - v(\omega_1 - \omega) \cos \odot \cos \omega \sin^2 i''; \end{aligned}$$

k désigne le rapport de la vitesse résultante à la vitesse de la lumière,

v la constante de l'aberration,

δx , δy , δz la partie sensiblement constante de l'aberration dépendant de l'excentricité de l'orbite de la Terre.

En introduisant les constantes de la *Connaissance des Temps*, on a

$$(4) \quad \begin{cases} kx'' = x' - B \sin i'', \\ ky'' = y' + A \sin i'' + AD \tan \omega \sin^2 i'', \\ kz'' = z' + A \tan \omega \sin i'' - AD \sin^2 i''. \end{cases}$$

Nous avons négligé l'écriture de δx , δy , δz , parce que nous supposons ces quantités comprises soit dans les coordonnées du lieu moyen, comme c'est l'usage, soit dans les constantes correspondantes B , A et $A \tan \omega$, ce qui serait plus correct.

L'examen des termes du second ordre conduit, comme plus haut, à les négliger complètement.

Rapprochant les équations (3) et (4) et revenant aux coordon-

nées polaires, on obtient

$$(5) \begin{cases} k \cos \delta'' \cos \alpha'' \\ = \cos \delta \cos \alpha - [\cos \delta \sin \alpha (Cm + E) + \sin \delta Cn + B] \sin 1'', \\ k \cos \delta'' \sin \alpha'' \\ = \cos \delta \sin \alpha + [\cos \delta \cos \alpha (Cm + E) + \sin \delta D + A] \sin 1'', \\ k \sin \delta'' \\ = \sin \delta + (\cos \delta \cos \alpha Cn - \cos \delta \sin \alpha D + A \tan \omega) \sin 1''. \end{cases}$$

Des équations précédentes on tire aisément

$$(6) \begin{cases} k \cos \delta'' \sin(\alpha'' - \alpha) \\ = \cos \delta \sin 1'' [A \sec \delta \cos \alpha + B \sec \delta \sin \alpha \\ + C(m + n \tan \delta \sin \alpha) + D \tan \delta \cos \alpha + E], \\ k \cos \delta'' \cos(\alpha'' - \alpha) \\ = \cos \delta - \sin \delta \sin 1'' (-A \sin \alpha \operatorname{cosec} \delta + B \cos \alpha \operatorname{cosec} \delta + Cn \cos \alpha - D \end{cases}$$

Si l'on pose

$$\Delta \alpha_0 = Aa + Bb + Cc + Dd + E,$$

$$\Delta \delta_0 = Aa' + Bb' + Cc' + Dd',$$

expressions bien connues à l'aide desquelles on a coutume de calculer en première approximation les réductions au lieu apparent et

$$\varepsilon = 2(1 - \sin \delta)(B \cos \alpha - A \sin \alpha) - A \tan \omega \cos \delta,$$

on aura précisément

$$(6') \begin{cases} k \cos \delta'' \sin(\alpha'' - \alpha) = \cos \delta \Delta \alpha_0 \sin 1'', \\ k \cos \delta'' \cos(\alpha'' - \alpha) = \cos \delta - \sin \delta (\Delta \delta_0 + \varepsilon) \sin 1''. \end{cases}$$

On obtient d'autre part

$$(7) \begin{cases} k \sin(\delta'' - \delta) = \left[A(\tan \omega \cos \delta - \sin \alpha \sin \delta) + B \cos \alpha \sin \delta \right. \\ \quad \left. + Cn \cos \alpha - D \sin \alpha - \cos \delta \sin \delta \Delta \alpha_0 \tan \frac{\alpha'' - \alpha}{2} \right] \sin 1'' \\ k \cos(\delta'' - \delta) = 1 + \left[A(\sin \alpha \cos \delta + \tan \omega \sin \delta) \right. \\ \quad \left. - B \cos \alpha \cos \delta + \cos^2 \delta \Delta \alpha_0 \tan \frac{\alpha'' - \alpha}{2} \right] \sin 1''. \end{cases}$$

Faisons, suivant l'usage, $A \tan \omega = i$ et posons en outre

$$\varepsilon' = \cot \delta \left(A \sin \alpha - B \cos \alpha + \cos \delta \Delta \alpha_0 \tan \frac{\alpha'' - \alpha}{2} \right),$$

nous aurons

$$(7') \quad \begin{cases} k \sin(\delta'' - \delta) = \left(\Delta\delta_0 - \cos\delta \sin\delta \Delta\alpha_0 \tan\frac{\alpha'' - \alpha}{2} \right) \sin 1'', \\ k \cos(\delta'' - \delta) = 1 + \sin\delta(i + \varepsilon') \sin 1''. \end{cases}$$

Des équations (6') on tire

$$(8) \quad \tan(\alpha'' - \alpha) = \frac{\Delta\alpha_0 \sin 1''}{1 - \tan\delta(\Delta\delta_0 + \varepsilon) \sin 1''},$$

formule qui ne diffère que par la quantité ε de celle de M. Fabricius. Or la valeur de ε est très faible et bien négligeable devant $\Delta\delta_0$.

En général, il suffira de prendre, en omettant les termes d'ordre supérieur au deuxième,

$$\alpha'' - \alpha = \Delta\alpha = \Delta\alpha_0 + \tan\delta \Delta\alpha_0 \Delta\delta_0 \sin 1''.$$

Les équations (7') donnent

$$(9) \quad \tan(\delta'' - \delta) = \frac{\left(\Delta\delta_0 - \cos\delta \sin\delta \Delta\alpha_0 \tan\frac{\alpha'' - \alpha}{2} \right) \sin 1''}{1 + \sin\delta(i + \varepsilon') \sin 1''}$$

ou, plus simplement,

$$(9') \quad \delta'' - \delta = \Delta\delta = \Delta\delta_0 - [(i + \varepsilon') \Delta\delta_0 + \cos\delta \Delta\alpha_0^2] \sin 1''.$$

$\Delta\delta_0$ est de même ordre que $\cos\delta \Delta\alpha$; mais $(i + \varepsilon')$, dont la valeur ne saurait excéder $10''$, est très faible par rapport à $\Delta\alpha$. On peut donc négliger le terme $(i + \varepsilon') \Delta\delta_0 \sin 1''$, et l'on retombe alors sur la formule correspondante de M. Fabricius.

Quant au calcul de $\Delta\alpha_0$ et $\Delta\delta_0$, on peut le faire de la façon suivante.

En nous conformant aux notations de la *Connaissance des Temps*, nous mettrons $C + C'$ à la place de C , et $D + D'$ au lieu de D ; les lettres accentuées représentent les termes à courte période et ont pour valeurs

$$C' = \frac{g' \cos G'}{n}, \quad D' = g' \sin G'.$$

On trouvera d'ailleurs $\log C'$ et $\log D'$ dans la *Connaissance des Temps* à partir de 1889.

En remarquant que

$$f + f' = (C + C')m + E$$

et posant

$$\begin{aligned} \xi &= 1 - \sin \delta, \\ A + D + D' + \xi A &= a, & A + D + D' - \xi A &= a', \\ B + (C + C')n + \xi B &= b, & B + (C + C')n - \xi B &= b', \end{aligned}$$

nous obtiendrons

$$(10) \quad \begin{cases} \Delta z_0 = f + f' + (a \cos z + b \sin z) \tan \delta, \\ \Delta \delta_0 = i \cos \delta + (b' \cos z - a' \sin z). \end{cases}$$

Au voisinage immédiat du pôle, dans le cas de la *Polarissime*, par exemple, il paraît plus avantageux d'employer les formules suivantes tirées du groupe (5), et où p désigne la distance polaire,

$$(11) \quad \begin{cases} (1 + i \sin i'') p'' \cos z'' = p \cos z - f \sin p \sin z + B + (C + C')n, \\ (1 + i \sin i'') p'' \sin z'' = p \sin z + f \sin p \cos z + A + D + D', \end{cases}$$

d'où l'on déduira $\tan z''$ et p'' .

Tel est l'ensemble des formules qui ont été appliquées depuis plusieurs années aux réductions des observations circompolaires entreprises à l'observatoire de Lyon (1).

L'exposé qui précède confirme, s'il était besoin, le jugement si autorisé porté par d'Oppolzer sur la méthode de M. Fabritius. On aura remarqué que les critiques dirigées contre elle par M. Folie (*Bulletin*, V, p. 47) ne reposent que sur une confusion de notations.

Nous avons calculé de 20 en 20 jours, pour 1888, les réductions au jour des circompolaires boréales de la *Connaissance des Temps*, et nos résultats concordent parfaitement avec ceux de ce Recueil : le plus grand écart est seulement de $0^s,06 = 0^s,016 \text{ séc } \delta$ pour 2320 BAC, et cette différence, à peine sensible, tient à la correction de $+4^s,7$ que nous avons faite à l'ascension droite moyenne de cette étoile. Actuellement, les positions apparentes fournies par

(1) Par une transformation facile, on peut approprier les formules (10) au calcul logarithmique. Mais on a préféré former mécaniquement les produits à l'aide de l'*arithmomètre*, dont l'emploi est tout indiqué lorsqu'on veut obtenir un certain nombre de produits par un facteur constant.

la *Connaissance des Temps* peuvent donc servir de base aux recherches les plus délicates.

Toutefois, il n'est pas sans importance de faire remarquer que, jusqu'à la fin de 1887, les termes du second ordre étaient omis dans les éphémérides d'étoiles circompolaires de la *Connaissance des Temps*. Dans le cas où l'on voudrait les calculer, il faudrait en outre tenir compte de ce fait que la première approximation y était obtenue avec des constantes $a, b, c, d, a', \dots$, interpolées pour chaque date et se rapportant, par suite, à la position moyenne au jour, et non à la position moyenne au commencement de l'année.

Disons, en terminant, que la différence entre les valeurs extrêmes du second ordre est, en 1888 :

Pour α Petite Ourse.....	$0^s, 40$	soit	$0^s, 14 \text{ séc } \delta,$
Pour λ Petite Ourse.....	$0^s, 62$	soit	$0^s, 17 \text{ séc } \delta.$

SUR LA RÉDUCTION DES CIRCOMPOLAIRES D'APRÈS LES FORMULES DE FABRITIUS;

PAR M. N. HERZ.

M. Folie vient de publier (*Bull. astr.*, février 1888) des doutes sur la justesse des formules de Fabritius, adoptées par Oppolzer pour la réduction des étoiles polaires. Comme je crois qu'il y a une erreur dans les conclusions de M. Folie, provenant de l'identification des réductions

$$(1) \quad \begin{cases} \Delta \alpha_0 = f + g \sin(G + \alpha) \tan \delta + h \sin(H + \alpha) \sec \delta, \\ \Delta \delta_0 = g \cos(G + \alpha) + h \cos(H + \alpha) \sec \delta + i \cos \delta \end{cases}$$

avec les réductions $\alpha - \alpha_0, \delta - \delta_0$, je veux montrer que l'artifice de l'introduction des coordonnées rectangulaires n'est pas du tout inutile ou un trompe-l'œil.

Écrivons pour cela les coordonnées rectangulaires équatoriales

$$\begin{aligned} x' &= \cos \lambda \cos \beta, \\ y' &= \sin \lambda \cos \beta \cos z - \sin \beta \sin z. \end{aligned}$$

La différentiation relative au temps nous donne

$$(2) \quad \begin{cases} dx' = -\cos \beta \sin \lambda \, d\lambda, \\ dy' = +\cos \beta \cos \lambda \cos \varepsilon \, d\lambda - (\cos \beta \sin \lambda \sin \varepsilon + \sin \beta \cos \varepsilon) \, d\varepsilon, \end{cases}$$

et ces formules sont rigoureuses même pour les étoiles les plus proches du pôle, parce que les termes du deuxième ordre, qui proviennent de

$$\begin{aligned} & \frac{1}{2} \left(\frac{d^2 x}{d\lambda^2} \right) d\lambda^2 + \left(\frac{d^2 x}{d\lambda \, d\varepsilon} \right) d\lambda \, d\varepsilon + \frac{1}{2} \left(\frac{d^2 x}{d\varepsilon^2} \right) d\varepsilon^2, \\ & \frac{1}{2} \left(\frac{d^2 \delta}{d\lambda^2} \right) d\lambda^2 + \left(\frac{d^2 \delta}{d\lambda \, d\varepsilon} \right) d\lambda \, d\varepsilon + \frac{1}{2} \left(\frac{d^2 \delta}{d\varepsilon^2} \right) d\varepsilon^2, \end{aligned}$$

ne fournissent rien de sensible (voir p. 259 de l'édition allemande d'Oppolzer). Les équations (2) donnent les relations

$$(3) \quad \begin{cases} \cos x \cos \delta = \cos x_0 \cos \delta_0 + dx', \\ \sin x \cos \delta = \sin x_0 \cos \delta_0 + dy', \end{cases}$$

qui sont de même rigoureuses, jusqu'au pôle même. De là on tire

$$(4a) \quad \begin{cases} \cos \delta \sin(x - x_0) = -\sin x_0 \, dx' + \cos x_0 \, dy', \\ \cos \delta \cos(x - x_0) = \cos \delta_0 + \cos x_0 \, dx' + \sin x_0 \, dy', \end{cases}$$

$$(4b) \quad \cos \delta = \cos \delta_0 + \frac{\cos \frac{1}{2}(x + x_0) \, dx' + \sin \frac{1}{2}(x + x_0) \, dy'}{\cos \frac{1}{2}(x - x_0)}.$$

Au lieu d'introduire les valeurs de dx' et dy' par les expressions (2), nous introduisons les valeurs (1), qui sont une *approximation première*.

Mais, en nous rappelant que les formules (1) ne sont qu'une transformation des suivantes

$$\begin{aligned} dx_1 &= \tau' (m + n \tan \delta \sin x), \\ dx_2 &= \cos \varepsilon \, d\lambda_1 + (\sin \varepsilon \sin x \, d\lambda_1 - \cos x \, d\varepsilon) \tan \delta, \\ d\delta_1 &= \tau' n \cos x, \\ d\delta_2 &= \sin \varepsilon \cos x \, d\lambda_1 + \sin x \, d\varepsilon, \end{aligned}$$

en substituant pour m , n , $d\lambda_1$, $d\varepsilon$ leurs valeurs dépendant de la précession, de la nutation et de l'aberration, et tenant compte des

formules $m = \cos \varepsilon d\lambda_0$, $n = \sin \varepsilon d\lambda_0$, $\tau' d\lambda_0 + d\lambda_1 = d\lambda$, on trouve

$$\Delta x_0 = (\cos \varepsilon + \sin \varepsilon \sin \alpha \tan \delta) d\lambda - \cos \alpha \tan \delta d\varepsilon,$$

$$\Delta \delta_0 = \sin \varepsilon \cos \alpha d\lambda + \sin \alpha d\varepsilon;$$

d'où

$$d\lambda = \frac{\sin \alpha \Delta x_0 + \cos \alpha \tan \delta \Delta \delta_0}{\sin \alpha \cos \varepsilon + \sin \varepsilon \tan \delta} = \frac{\sin \alpha \cos \delta \Delta x_0 + \cos \alpha \sin \delta \Delta \delta_0}{\sin \lambda \cos \beta},$$

$$\begin{aligned} d\varepsilon &= \frac{-\sin \varepsilon \cos \alpha \Delta x_0 + (\cos \varepsilon + \sin \varepsilon \sin \alpha \tan \delta) \Delta \delta_0}{\sin \alpha \cos \varepsilon + \sin \varepsilon \tan \delta} \\ &= \frac{-\sin \varepsilon \cos \alpha \cos \delta \Delta x_0 + (\cos \varepsilon \cos \delta + \sin \varepsilon \sin \alpha \sin \delta) \Delta \delta_0}{\sin \lambda \cos \beta} \end{aligned}$$

et, finalement, en substituant ces valeurs dans les formules (2),

$$(5) \quad \begin{cases} dx' = -\sin \alpha \cos \delta \Delta x_0 - \cos \alpha \sin \delta \Delta \delta_0, \\ dy' = +\cos \alpha \cos \delta \Delta x_0 - \sin \alpha \sin \delta \Delta \delta_0, \end{cases}$$

qui sont les formules (13) du Traité d'Oppolzer (p. 258). En substituant les formules (5) dans (4a) et (4b), on obtient les formules (19) du Traité cité, que l'on pourrait donc écrire

$$(6) \quad \begin{cases} \tan \Delta x = \frac{\Delta x_0}{1 - \tan \delta_0 \Delta \delta}, \\ \Delta \delta = \Delta \delta_0 - \cot \delta_0 \tan \frac{1}{2} \Delta x \Delta x_0, \end{cases}$$

d'où l'on voit qu'on obtient des valeurs plus rigoureuses Δx , $\Delta \delta$ en appliquant dans ces formules les premières approximations Δx_0 , $\Delta \delta_0$, et que le résultat n'est pas du tout paradoxal ou absurde, ni même illusoire ou incorrect. Il s'ensuit aussi que la formule (6) pour $\tan \Delta x$ est plus rigoureuse que la formule de M. Folie

$$\tan(\alpha - \alpha_0) = \frac{\Delta x}{1 - \frac{\frac{\Delta x^2}{3} - \tan \delta_0 \Delta \delta \frac{\Delta x^2}{2}}{1 - \tan \delta_0 \Delta \delta - \frac{\Delta \delta^2}{2} - \frac{\Delta x^2}{6}}}.$$

Au contraire, on pourra écrire jusqu'aux termes du troisième ordre

$$\Delta x = \tan \Delta x - \frac{(\tan \Delta x)^3}{3} = \Delta x_0 + \tan \delta_0 \Delta x \Delta \delta + \tan^2 \delta_0 \Delta x \Delta \delta^2 - \frac{1}{3} \Delta x^3,$$

formule qui n'a ni la perfection ni la commodité de la première formule (6).

OBSERVATIONS DES PLANÈTES (120), (138), (141), (252) ET (272),

FAITES A L'OBSERVATOIRE DE NICE (équatorial de Gautier, de 0^m,38 d'ouverture);

PAR M. CHARLOIS.

Dates.	T. m. de Nice.	$\Delta R.$	$\Delta \ell^1$	N. de c.	R app.	log. f. p.	φ app.	log. f. p.
(120).								
1888.	h m s	m s			h m s			
FÉVR. 6.	9.32.36	+0.48,40	+ 1.35,7	5	9.29. 6,20	1,491 <i>n</i>	70.38.21,7	0,625 <i>n</i>
7.	10.29.49	—0. 6,51	— 0.48,6	5	9.28.11,30	1,319 <i>n</i>	70.35.57,4	0,589 <i>n</i>
9.	8. 7.21	—0.52,76	—14.33,0	5	9.26.31,26	1,600 <i>n</i>	70.31.40,4	0,674 <i>n</i>
(138).								
FÉVR. 9.	10. 0.50	—0.39,26	+ 4.45,5	5	7. 4.12,43	2,479	63.16.22,7	0,413 <i>n</i>
10.	8.36.34	—1.58,80	+ 0.58,1	4	7. 3.37,38	1,135 <i>n</i>	63.16. 0,8	0,431 <i>n</i>
11.	8.44.32	+0.16,95	— 2. 6,9	6	7. 3. 1,02	1,046 <i>n</i>	63.15.48,2	0,424 <i>n</i>
(141).								
JANV. 9.	11.55.44	+0. 8,53	+ 8.39,8	6	10.19.15,50	1,504 <i>n</i>	79.35.41,6	0,720 <i>n</i>
10.	12.57.15	—0.13,40	+ 9.10,7	6	10.18.43,59	1,345 <i>n</i>	79.36.12,6	0,702 <i>n</i>
(252).								
JANV. 17.	14.34.19	+0.36,89	— 0.26,9	8	11.47. 8,18	1,197 <i>n</i>	96.49. 5,6	0,833 <i>n</i>
18.	14.27.38	+0.37,07	+ 0.14,5	10	11.47. 8,39	1,211 <i>n</i>	96.49.47,2	0,834 <i>n</i>
20.	14.30.47	+0.34,28	+ 1.15,1	8	11.47. 5,65	1,153 <i>n</i>	96.50.48,2	0,835 <i>n</i>
FÉVR. 15.	10.56. 8	+1.37,12	+ 5.32,5	6	11.39.49,67	1,490 <i>n</i>	96. 8.51,2	0,820 <i>n</i>
17.	11.57.40	+0.34,12	— 2. 9,9	6	11.38.46,70	1,307 <i>n</i>	96. 1. 9,1	0,827 <i>n</i>
18.	13.18.43	—0.27,34	+ 0.41,9	3	11.38.12,66	1,688 <i>n</i>	95.56.58,8	0,831 <i>n</i>
(272).								
FÉVR. 4.	12. 1.33	—0.55,25	— 1.45,8	5	10. 1.10,79	1,080 <i>n</i>	70.39.38,1	0,572 <i>n</i>
6.	10.15.19	+1.45,20	+ 0. 8,2	6	9.59.30,46	1,464 <i>n</i>	70.30.36,8	0,617 <i>n</i>
7.	10. 6.29	+0.52,36	— 4.28,8	6	9.58.37,63	1,473 <i>n</i>	70.25.59,8	0,618 <i>n</i>
8.	13.45.49	+1.20,86	+ 1.30,8	8	9.57.35,47	1,090	70.20.41,9	0,549 <i>n</i>
9.	8.48. 7	+0.38,26	— 2. 4,0	6	9.56.52,88	1,588 <i>n</i>	70.17. 7,1	0,665 <i>n</i>
10.	9.26.20	+0.26,30	— 1.41,6	6	9.55.56,21	1,526 <i>n</i>	70.12.36,2	0,632 <i>n</i>
11.	9.41.22	—0.29,02	— 6. 3,6	5	9.55. 0,90	1,487 <i>n</i>	70. 8.14,2	0,619 <i>n</i>
13.	8.25.26	+1.36,97	+ 0.15,8	4	9.53.13,52	1,592 <i>n</i>	69.59.46,5	0,665 <i>n</i>
15.	7.46.15	—0. 2,06	— 1.46,4	6	9.51.24,87	1,623 <i>n</i>	69.51.47,2	0,660 <i>n</i>
17.	10.30.35	—1.24,21	+ 0.58,8	5	9.49.29,21	1,243 <i>n</i>	69.43.27,5	0,568 <i>n</i>
18.	12.26.33	+1.24,65	+ 7.12,1	4	9.48.28,79	2,801	69.39.25,5	0,548 <i>n</i>
MARS 1.	9.49.29	—1.42,99	+ 4.42,1	5	9.38.15,31	1,131 <i>n</i>	69. 4.34,3	0,548 <i>n</i>
2.	7.39.20	—2.25,22	+ 2.51,5	5	9.37.33,08	1,539 <i>n</i>	69. 2.43,6	0,624 <i>n</i>

Positions des étoiles de comparaison.

Gr.	α moy. 1888,0.	Réd. au j.	δ moy. 1888,0.	Réd. au j.	Autorités.
9,3	9.28.17,01	+0,79	70.36.38,2	+7,8	B. B., t. VI + 19°, 2229.
9,3	"	+0,80	"	+7,8	Id.
8	9.27.23,20	+0,82	70.46. 5,6	+7,8	$\frac{1}{2}$ (W ₂ 538 + Lal. 18767, obs. Paris).
9	7. 4.50,98	+0,71	63.11.31,2	+6,0	Weisse ₂ 46, h. VII.
7,8	7. 5.35,50	+0,68	63.14.57,0	+5,7	Weisse ₂ 69, h. VII.
8	7. 2.43,41	+0,66	63.17.49,5	+5,6	$\frac{1}{2}$ (W ₂ 1868 + Lal. 13809, obs. Paris).
8	10.19. 6,81	+0,16	79.26.57,7	+4,1	$\frac{1}{2}$ (Glasg. Cat. 2707 + W ₁ 288).
8	"	+0,18	"	+4,2	Id.
9,5	11.46.31,19	+0,10	96.49.34,4	-1,9	Anonyme (1).
9,5	"	+0,13	"	-1,7	Id.
9,5	"	+0,18	"	-1,3	Id.
6,5	11.38.11,76	+0,79	96. 3.14,8	+3,9	$\frac{1}{4}$ (Lam ₂ 1203 + W ₁ 635 + R. 3717 + Schj. 4235).
6,5	"	+0,82	"	+4,2	Id.
10	11.38.39,17	+0,83	95.56.12,6	+4,3	Anonyme (2).
8	10. 2. 5,32	+0,72	70.41.16,1	+7,7	$\frac{1}{2}$ (W ₂ 1292 + B. B., t. VI + 19°, 2305).
8	9.57.44,50	+0,76	70.30.20,8	+7,8	Armagh, Cat ₂ 1163.
8	"	+0,77	"	+7,8	Id.
8	9.56.13,83	+0,78	70.19. 3,3	+7,8	W ₂ 1156, rapp. à Arm. Cat. 1163.
8	"	+0,79	"	+7,8	Id.
9,2	9.55.29,11	+0,80	70.14.10,0	+7,8	Weisse ₂ 1138, h. IX.
9,2	"	+0,81	"	+7,8	Id.
8,5	9.51.35,71	+0,84	69.59.23,0	+7,7	Weisse ₂ 1061, h. IX.
8,8	9.51.26,08	+0,85	69.53.25,9	+7,7	Weisse ₂ 1054, h. IX.
8	9.50.52,55	+0,87	69.42.21,1	+7,6	Weisse ₂ 1045, h. IX.
7,5	9.47. 3,27	+0,87	69.32. 5,8	+7,6	$\frac{1}{2}$ (W ₂ 955 + 2 obs. Paris).
7,5	9.39.57,41	+0,89	68.59.45,3	+6,9	$\frac{1}{2}$ (W ₂ 804 + W ₂ 805).
7,5	"	+0,89	"	+6,8	Id.

*) Rapportée à $\frac{1}{2}$ (W₁ 725 + Lam₂ 1223 + Schj. 4263) et $\frac{1}{2}$ (W₁ 741 + Lam₂ 1229).

*) Rapportée à $\frac{1}{2}$ (Lam₂ 1203 + W₁ 635 + R. 3717 + Schj. 4235).

REVUE DES PUBLICATIONS ASTRONOMIQUES.

JAHRESBERICHT DEM COMITÉ DER NICOLAI-HAUPTSTERNWARTE, abgestattet vom Director der Sternwarte. Saint-Petersbourg, 1887.

Nous avons sous les yeux le Rapport que le directeur de l'observatoire de Poulkova a présenté, le 31 mai 1887, à la Commission de l'observatoire.

On sait qu'au mois de novembre 1886 le célèbre établissement a perdu son sous-directeur, M. A. Wagner, qu'une mort prématurée a enlevé à la Science. M. Backlund, à son tour, a quitté Poulkova pour Saint-Petersbourg, afin de se consacrer tout entier à ses recherches théoriques.

Le grand réfracteur de 30 pouces fonctionne à présent d'une manière qui ne laisse rien à désirer. La coupole est mise en mouvement par l'électricité. On emploie des machines dynamo-électriques à charger des accumulateurs qui ensuite fournissent de la lumière ou du mouvement à volonté.

L'instrument des passages est confié à M. Harzer, le cercle vertical à M. Nyrén; les observations requises pour le Catalogue fondamental de 1885 sont à peu près terminées. M. Romberg a recommencé ses observations au cercle méridien, qui a été nettoyé à fond; il les étend jusqu'à -21° . Les erreurs de division du cercle ont besoin d'être déterminées à nouveau.

Le grand réfracteur a été employé par M. Hermann Struve à des mesures micrométriques d'étoiles doubles et de satellites de Saturne. Le réfracteur de 15 pouces continue aussi de fonctionner à l'occasion.

Le nouveau laboratoire d'astrophysique a pu être inauguré au mois d'octobre 1886, et M. Hasselberg se prépare à y reprendre ses recherches sur le spectre solaire. Des essais de photographie stellaire, entrepris avec le réfracteur de 15 pouces, n'ont pas donné de résultats satisfaisants, à cause du spectre secondaire très sensible de l'objectif; on a beaucoup mieux réussi avec un chercheur de 4 pouces, attaché au réfracteur.

A l'observatoire de Nicolaïef, M. Kortazzi a complètement terminé la zone dont il s'était chargé pour le compte de la Société astronomique.

L'impression des tomes XII et XIV des *Annales*, avec les Introductions rédigées par M. Wagner et par M. Nyrén, est très avancée et touche à sa fin. Les tomes VIII et X, contenant les Catalogues des étoiles observées au cercle méridien avant 1869 et la suite des mesures micro-

métriques de M. O. Struve, sont en retard; on a cependant déjà publié séparément l'un des Catalogues en question (positions moyennes de 3542 étoiles); mais le Catalogue supplémentaire et l'Introduction de M. Backlund devront compléter le volume. Les tomes XV et XVI, dont l'impression sera incessamment ordonnée, contiendront les observations faites au cercle méridien de 1872 à 1880, ainsi que les divers Catalogues qu'elles ont servi à former : étoiles doubles, étoiles à mouvement propre sensible, fondamentales supplémentaires, etc.

L'impression de la *Nouvelle réduction des observations de Bradley*, par M. Auwers, avance lentement; le tome III est sous presse.

La Géodésie prend toujours une place considérable dans les préoccupations des astronomes de Poulkova. Il nous suffira de rappeler, à cet égard, les éphémérides de M. Döllén, l'appareil pour la mesure expéditive des bases de M. Jäderin, et d'ajouter qu'il se prépare de nouvelles expéditions pour l'observation du pendule. Le Rapport donne aussi quelques renseignements sur les résultats des recherches auxquelles s'est livré M. Pétrélius, afin de retrouver l'emplacement des signaux de la triangulation finlandaise de 1833.

R.

FOERSTER (W.). — STUDIEN ZUR ASTROMETRIE. *Gesammelte Abhandlungen*. Berlin, 1888, in-8°.

L'éminent directeur de l'observatoire de Berlin a réuni, dans ce Volume, une série d'études précédemment publiées dans le *Jahrbuch*, les *Astronomische Nachrichten*, etc., et qui ont trait à la théorie des instruments et aux calculs d'Astronomie pratique. Les deux premières (tirées de l'*Annuaire* de Berlin pour 1869 et 1870) ont pour objet les données qui entrent dans les éléments de transformation des coordonnées astronomiques; les deux suivantes (*Annuaire* pour 1880 et 1882) sont consacrées à la théorie de l'instrument des passages; la cinquième (publiée en 1878 dans les *Astronomische Nachrichten*) s'occupe des pendules astronomiques; la dernière (tirée du Tome V des *Annales de l'observatoire de Berlin*) contient des recherches sur l'équatorial de Fraunhofer qui appartient à l'observatoire.

M. Foerster appelle « éléments de transformation des coordonnées » les constantes numériques qui figurent dans les formules de la précession et de la nutation. Les deux études qui traitent ce sujet renferment une comparaison très instructive des diverses valeurs qui ont été attribuées à ces constantes depuis Laplace, et une discussion des recherches de Nicolai, Bessel, Hansen, Le Verrier, Lehmann, Peters, O. Struve, relatives à ces questions.

Dans sa Théorie de l'instrument des passages, M. Foerster examine les modes d'observation auxquels on se trouve conduit en donnant au plan de rotation de la lunette des positions intermédiaires entre le méridien et le premier vertical, et les résultats qu'on peut en attendre, surtout au point de vue de la détermination des différences de déclinaisons, des déclinaisons absolues et de la latitude. Il y aurait là, en effet, un moyen de s'affranchir de l'influence de certaines erreurs instrumentales, telles que la flexion, les erreurs de division des cercles, etc. Des expériences pratiques sont en cours d'exécution, avec un instrument universel, spécialement construit pour cet objet par M. Bamberg.

Les recherches de M. Foerster sur la marche des pendules astronomiques ont été commencées à l'observatoire de Berlin vers 1860, et diverses Communications, insérées aux *Astronomische Nachrichten* et ailleurs, en ont fait connaître les résultats. Le Mémoire de 1878 est consacré, plus particulièrement, à l'étude expérimentale de l'influence que les variations de la pression atmosphérique exercent sur la marche d'une pendule, et au mode de fonctionnement des compensations barométriques. Il y est aussi question, déjà, des moyens à employer pour isoler la pendule de l'air ambiant et la mettre à l'abri des changements de température.

Le dernier des six Mémoires reproduits dans ce Volume contient les résultats d'une étude complète de l'équatorial de Fraunhofer que possède l'observatoire de Berlin. Le peu de stabilité de l'ancien pied de cet instrument, qui était en bois, avait fini par devenir gênant pour les observations; on l'a remplacé, en 1864, par un pilier de pierre. Il est à noter que le bois devient à un haut degré sensible aux influences de température lorsqu'il est vieux et bien sec.

On trouvera, dans ces études, une foule de remarques intéressantes et d'indications pratiques d'une sérieuse utilité; le nom de l'auteur suffit d'ailleurs pour les recommander.

R.

GINZEL (F.-K.). — UEBER EINIGE VON PERSISCHEN UND ARABISCHEN SCHRIFTSTELLERN ERWAEHNTEN SONNEN-UND MONDFINSTERNISSE. (*Bulletins de l'Académie des Sciences de Berlin*, 1887, XXXIV.)

GINZEL (F.-K.). — FINSTERNISS-CANON FUER DAS UNTERSUCHUNGSGEBIET DER ROEMISCHEN CHRONOLOGIE. (*Ibid.*, 1887, LII.)

Dans ces deux Mémoires, présentés en 1887 à l'Académie des Sciences de Berlin, M. Ginzél s'occupe encore de questions concernant l'art de

vérifier les dates et le calcul des éclipses anciennes. Dans le premier, il entreprend d'identifier une série d'éclipses, mentionnées par des écrivains persans ou arabes, tels que Nassiri-Khosrau, Ibn-Abi-Zera et Tabari; c'est la suite des recherches dont nous avons déjà eu à parler ici (*Bulletin*, IV, p. 239). Le second Mémoire fournit un « Canon des éclipses » qui embrasse le champ des recherches ressortissant à la chronologie romaine. M. Ginzel, s'aidant des données que contient le grand *Canon des éclipses* d'Oppolzer, a calculé les principales circonstances (grandeur de l'éclipse, moment de la plus grande phase) pour toutes les éclipses de Soleil qui ont pu être visibles à Rome dans le cours des huit derniers siècles de l'ère ancienne, et pour toutes les éclipses de Lune visibles pendant les quatre derniers siècles. Il donne, en Appendice, un résumé substantiel des travaux les plus récents, relatifs à la vérification des dates d'un grand nombre d'éclipses qui intéressent la chronologie romaine, d'après Holzapfel, Matzat, Soltau, Struyck, Seyffarth, Unger et d'autres, en indiquant l'influence que ses propres corrections empiriques des Tables lunaires auraient, dans chaque cas, sur les résultats du calcul.

R. R.

В. К. ЦЕРАСКИИ. — АСТРОНОМИЧЕСКИЙ ФОТОМЕТРЪ И ЕГО ПРИЛОЖЕНІЯ, МОСКВА, 1887, in-8°, 82 pages et 3 planches (*).

Beaucoup d'instruments qui sont d'un usage courant dans l'Astronomie pratique ont atteint une merveilleuse perfection, grâce aux efforts réunis et persévérants des astronomes et des opticiens. Si nous en croyons M. Ceraski, le photomètre de Zöllner est encore loin d'une telle perfection : c'est une belle idée, réalisée d'une manière assez défectueuse. Engagé, depuis plus de dix ans, dans des recherches de Photométrie stellaire, M. Ceraski a pu faire de cet instrument une étude approfondie; il s'est attaché à en corriger les défauts par d'ingénieuses modifications, et à le rendre plus précis en même temps que plus facile à manier. Commencées avec un photomètre de Zöllner, de construction ancienne, qui existait dans les collections de l'observatoire de Moscou, ces recherches ont été poursuivies, plus tard, avec un appareil plus parfait, dont nous indiquerons, en quelques mots, la construction.

On sait que le photomètre de Zöllner se compose d'une lunette qui

(*) W.-K. CERASKI, *Le photomètre astronomique et ses applications*. Moscou, 1887.

contient un miroir sans tain, incliné sous un angle de 45° , où se réfléchit l'image d'une étoile artificielle, formée par la flamme d'un bec de gaz. Avant de tomber sur le miroir, les rayons émanés de la flamme traversent un système de prismes de Nicol, encastrés dans un tube latéral, que l'on fait tourner autour de son axe jusqu'à ce que l'étoile artificielle, vue par réflexion, ait le même éclat que l'étoile réelle qui se voit dans le champ de la lunette, à travers la glace sans tain; l'intensité cherchée a pour mesure le carré du sinus de l'angle de rotation. L'image de l'étoile artificielle, réfléchie à la fois par les deux faces du miroir, est double, mais les deux points lumineux ont presque le même éclat.

Parmi les modifications introduites par M. Ceraski, la plus importante consiste dans l'addition d'un second oculaire, en tout semblable au premier, et placé perpendiculairement à l'axe de la lunette, sur le prolongement du tube latéral. L'oculaire latéral permet de voir l'étoile artificielle directement à travers la glace, tandis qu'une double image de l'étoile réelle s'obtient alors par réflexion. Or, l'éclat de l'étoile vue directement, à travers la glace, est affaibli par la perte due à la réflexion; mais l'image vue par réflexion est encore plus faible. On peut donc observer commodément, à l'aide de l'oculaire latéral, des étoiles plus brillantes que celles qui s'observent facilement, avec le même instrument, par l'oculaire direct. En désignant par φ , φ' les angles de rotation lus avec l'oculaire direct et avec l'oculaire latéral, on a

$$\log \sin^2 \varphi - \log \sin^2 \varphi' = 1,64,$$

ce qui, d'après M. Ceraski, représente une différence d'intensité de $4^m,7$. Son photomètre, dont l'objectif a une ouverture de $0^m,07$, permet d'observer commodément : avec l'oculaire ordinaire, des étoiles comprises entre les grandeurs 5,5 et 8,5; avec l'oculaire latéral, des étoiles depuis la grandeur 0,8 jusqu'à 3,8. On arrive ainsi, sans trop de peine, à observer avec le même instrument les 9 premières grandeurs.

Dans le photomètre de M. Ceraski, le tube latéral ne renferme que deux nicols; on a supprimé le troisième nicol et la plaques de cristal de roche, qui jouent un rôle dans l'astrophotomètre de Zöllner, lequel sert aussi de colorimètre. Ayant d'ailleurs trouvé que les dimensions des prismes de Nicol étaient trop grandes pour l'usage auquel ils étaient destinés, M. Ceraski les a réduits à des lames minces, taillées dans le milieu du prisme, et qui ne polarisent complètement qu'un faisceau d'environ $\frac{1}{4}$ d'épaisseur; ces lames sont encastrées dans des tubes convenablement diaphragmés aux deux bouts. L'étoile artificielle est fournie par la flamme d'une lampe à pétrole (kérosène) suspendue à l'extrémité

du tube latéral. L'image de la flamme se projette sur le mur avec celle d'une croisée de fils d'argent qui marque le point d'intersection avec l'axe du tube. Nous n'insisterons pas sur les autres particularités de l'appareil, et nous n'entrerons pas davantage dans le détail des expériences concernant le pouvoir éclairant de la flamme, pour lesquelles un chimiste, M. Markovnikoff, avait préparé de la kérosène de qualité supérieure. Mais il convient de mentionner encore un appareil auxiliaire, imaginé par M. Ceraski pour la vérification de son photomètre, et qu'il appelle *collimateur photométrique*.

Cet appareil, construit par le mécanicien Wanschaff, et dont la disposition est expliquée par les figures de la planche II, se compose d'un disque denté, de 0^m, 10 de diamètre, qu'un mouvement d'horlogerie fait tourner rapidement autour d'un axe horizontal. Derrière ce premier disque, il y en a un second, semblable au premier, mais où manquent trois dents, de sorte que trois intervalles du premier disque sur douze restent à jour quand les autres sont masqués par les dents du disque postérieur; ce dernier, qui est indépendant de l'axe de rotation, se rive au disque tournant par deux vis. Cet appareil étant interposé entre l'observateur et un point lumineux, la rotation, d'abord lente, produit un effet de scintillation qui, lorsqu'elle s'accélère, devient une lueur uniforme, comme si la lumière était transmise par un verre enfumé. Cette lueur doit être affaiblie dans le rapport de 4 : 1 quand les 12 intervalles du disque tournant sont réduits à 3 par le mécanisme qui vient d'être décrit. Supposons maintenant que le photomètre indique l'intensité relative J, l'erreur absolue de la détermination sera égale à la différence $\log 4 - \log J$.

Le travail que M. Ceraski s'est proposé d'entreprendre à l'aide de son astrophotomètre perfectionné, et dont il vient de publier les premiers résultats, c'est la formation d'un Catalogue photométrique d'étoiles circumpolaires. Il a commencé (vers 1880) par choisir 58 fondamentales, situées entre le pôle et le parallèle de 75°; ces étoiles, et les limites des groupes dont elles sont les repères, se trouvent marquées sur une petite Carte (*Pl. III*); les grandeurs sont comprises entre les limites 5,2 et 8,0. Pour déterminer l'éclat relatif de ces fondamentales, on les a méthodiquement comparées, deux à deux; ces observations, qui ont été encore effectuées avec l'ancien photomètre construit par Ausfeld, et qui se trouvent pour la plupart consignées dans les *Annales* de l'observatoire de Moscou, ont fourni un ensemble de 381 comparaisons, où chaque couple figure au moins deux fois. En prenant les moyennes des comparaisons se rapportant aux mêmes couples, on a obtenu 168 équations distinctes, de la forme

$$\log X - \log Y = A,$$

et ces équations, résolues par le procédé de Seidel (récemment discuté par M. Nekrassof), ont fourni les valeurs des 58 inconnues, à savoir les logarithmes des intensités relatives, puis les intensités elles-mêmes des 58 fondamentales (rapportées à la moyenne générale, qui est prise pour unité).

Ces séries d'observations, exécutées, de 1880 à 1885, dans les conditions les plus diverses, peuvent être considérées comme étant, par là même, à l'abri d'erreurs systématiques. M. Ceraski trouve, néanmoins, que ses résultats ne s'accordent pas d'une manière satisfaisante avec les grandeurs estimées qui sont indiquées dans la *Durchmusterung* d'Argelander. Voici, en effet, le Tableau comparatif qu'il a dressé en prenant des moyennes :

Log. intensité (Ceraski).	Grandeurs (Argel.).
9,686	7,24
9,814	6,74
9,939	6,49
0,038	6,16
0,127	6,27
0,276	5,97

Il lui paraît à peu près impossible de réduire ces logarithmes en grandeurs au moyen d'un coefficient constant, et il jetterait volontiers le manche après la cognée, en déclarant que les grandeurs stellaires ont fait leur temps et pourraient, sans dommage pour la Science, être définitivement abandonnées (en dépit de cette loi psychophysique, que les sensations forment une progression arithmétique quand les impressions sont représentées par une progression géométrique). M. Pickering a déjà pris la défense de l'antique usage : il a montré (*Astronomische Nachrichten*, n° 2793) que les nombres de M. Ceraski, réduits avec la constante logarithmique 0,4, s'accordent fort bien avec ceux qui résultent des observations de Cambridge, effectuées avec le grand photomètre méridien, pour 45 étoiles sur les 58 observées à Moscou. L'écart moyen entre les deux séries ne dépasse pas 0^m,14, abstraction faite des signes, et il représente l'effet combiné des erreurs accidentelles des deux séries. M. Pickering en conclut que, si les deux séries sont également exactes, l'erreur moyenne de chacune ne dépasse guère 0^m,10. A cet égard, M. Ceraski remarque seulement qu'il ne sait pas quelle est la précision relative des deux séries de mesures.

A la réunion de la Société astronomique qui eut lieu à Genève en 1885, M. Muller, qui passe pour une autorité en cette matière, déclarait que, selon lui, l'emploi des appareils photométriques ne constituait pas encore un progrès incontestable par rapport à l'estimation directe des différences de grandeur. Les observations de M. Ceraski lui donneraient raison, en

ce sens que l'erreur probable d'une comparaison photométrique paraît être la même que celle d'une comparaison par estime. En effet, M. Ceraski trouve (p. 61) que l'erreur moyenne d'une comparaison photométrique médiate de deux étoiles (déduite des comparaisons de chacune d'elles avec l'étoile artificielle) égale $\pm 0^{\text{sr}}, 13$; l'erreur moyenne d'une comparaison de l'étoile artificielle avec une étoile réelle serait alors $\pm 0^{\text{sr}}, 092$, et son erreur probable $\pm 0^{\text{sr}}, 062$. Or, Argelander et M. Schönfeld, à l'occasion de leurs observations d'étoiles variables, trouvent $0,60$ degré ou $0^{\text{sr}}, 060$ pour l'erreur probable d'une comparaison directe de deux étoiles voisines et peu différentes d'éclat ⁽¹⁾. Comme le fait remarquer M. Ceraski, le rôle et l'utilité du photomètre ne consistent donc pas à rendre les comparaisons directes plus précises; car, ici, il faut toujours répéter, avec Lambert : *In definiendis luminis gradibus solus oculus judex*; mais le photomètre offre cet avantage, qu'il permet de ramener la comparaison d'étoiles très écartées et d'éclat très différent aux conditions mêmes où se font les observations de variables (comparaison directe d'objets voisins et peu différents). L'intervention de l'étoile artificielle n'accroît pas l'erreur probable, et c'est déjà beaucoup.

Les fondamentales ainsi déterminées servent de repères pour 58 groupes formés autour du pôle boréal. Chaque soirée d'observations se divise d'ordinaire en plusieurs séries, comprenant chacune deux ou trois fondamentales, dont la moyenne fournit la réduction à appliquer à toutes les observations de la même série. C'est ainsi que les milliers de comparaisons photométriques déjà imprimées dans les *Annales* de l'observatoire de Moscou sont ramenées à une commune mesure, à une unité fixe et bien définie. Chaque étoile du Catalogue projeté doit être, en général, observée trois fois. Certaines étoiles faibles, destinées à former un second cycle de fondamentales, sont comparées plus souvent.

Le Mémoire se termine par quelques remarques sur les nuages lumineux qui ont été observés à Moscou, au mois de juin 1885, et dont la hauteur, déterminée par des visées correspondantes, a été trouvée, en moyenne, d'environ 70^{km} . — Nous avons dû, pour ne pas trop étendre cette analyse, passer sous silence beaucoup de détails d'un intérêt pratique, qui prouvent que M. Ceraski a fait une étude approfondie des méthodes photométriques.

R. R.

(1) En prenant 1 degré d'Argelander = $0^{\text{sr}}, 10$; mais, d'après M. Charlier (*A. N.*, n° 2623), le degré d'Argelander vaut seulement $0^{\text{sr}}, 07$.

Folie (F.). — Annuaire de l'observatoire royal de Bruxelles pour l'année 1888.

Bornons-nous à parler des Notices scientifiques qui terminent l'Annuaire.

Dans la première (p. 290-306), M. Folie revient sur la théorie de la *nutation diurne*, dont il a été déjà parlé dans le *Bulletin*. Plusieurs problèmes importants sont soulevés par M. Folie. Il faudrait en même temps des expériences et des déterminations très délicates pour fournir des éléments de comparaison à la théorie; ce sera, paraît-il, la tâche du nouvel observatoire en construction à Uccle.

Les astronomes qui désireraient étudier les formules et la théorie de M. Folie pourront consulter, du même auteur, le *Traité des réductions stellaires*, 1887, et la *Théorie des mouvements diurne, annuel et séculaire de l'axe du monde*, 1884. Nous espérons revenir sur ces travaux qui se rattachent à ceux d'Hopkins et à d'autres de MM. Gylden et G.-H. Darwin.

Sur les marées atmosphériques, par F. Folie (p. 306-309).

Lois de la circulation électrique diurne et annuelle du globe, par C. Lagrange (p. 309-377). L'étude de la cause des variations du magnétisme terrestre a été l'objet de travaux récents de MM. Schuster et Balfour Stewart⁽¹⁾, sur lesquels le *Bulletin* a donné quelques détails (*Bulletin*, III, p. 295). M. Lagrange parle des recherches auxquelles il s'est livré et dont un extrait a paru dans les *Comptes rendus*, 1^{er} semestre 1887, p. 1272 et 1369.

Physique solaire, par E. Spée (p. 377-401). Il y a deux articles, l'un sur l'activité solaire pendant l'année 1886, l'autre sur la nouvelle théorie des spectres lumineux, de M. Grünwald (*Bulletin*, IV, p. 404).

De l'influence de la nutation diurne dans les observations de γ Dragon faites à l'observatoire de Greenwich, par L. Niesten (p. 560-568). Les observations de γ Dragon, dont il s'agit, ont été rebelles jusqu'ici à toute discussion, soit par le fait de variations instrumentales, soit pour toute autre cause. M. Niesten arriverait à des résultats acceptables en tenant compte de la nutation diurne.

Analyse optique de la flamme d'une bougie, par C. Fievez.

O. C.

⁽¹⁾ *Philosophical Magazine*, 1886.

TAIT (P.-G.) — CONFÉRENCES SUR QUELQUES-UNS DES PROGRÈS RÉCENTS DE LA PHYSIQUE (traduction de l'anglais sur la troisième édition, par M. Krouchkoll). Gr. in-8°, 433 pages; Gauthier-Villars.

Les conférences de M. Tait se rapportent à la Physique générale, ou, pour adopter le terme usité en Angleterre, à la Philosophie naturelle; à ce titre, elles sont de nature à intéresser vivement les astronomes. Avec un langage singulièrement net et expressif, M. Tait « esquisse le sujet, comme lorsqu'on regarde un objet de loin, et il indique les sommets principaux ».

Les premières conférences sont consacrées à la Notion d'énergie. Les noms attachés aux progrès accomplis sont, depuis Newton, ceux de Rumford, Davy, Seguin et Mayer (le dernier est vivement pris à partie par M. Tait), Colding et Joule, Thomson et Helmholtz. Le grand progrès a consisté à voir dans les divers agents physiques (mouvement, chaleur, électricité, etc.) quelque chose, l'énergie, d'aussi réel et indestructible que la matière pour le chimiste. L'énergie, d'une manière générale, se conserve, se transforme et se dissipe; il y a des formes supérieures de l'énergie, le mouvement par exemple, et des formes inférieures telles que la chaleur. L'énergie de forme supérieure peut être transformée intégralement dans une forme inférieure, mais l'inverse n'a pas lieu : les machines à vapeur ou à gaz en offrent la preuve.

La transformation de l'énergie, les idées de Carnot et leurs conséquences forment le sujet de trois belles leçons, au cours desquelles est indiquée l'origine de l'énergie des plantes, des animaux et du soleil.

Dans trois autres conférences, M. Tait donne une idée d'ensemble de l'analyse spectrale. Il tient à rappeler, en passant, que les savants anglais (Stokes, Stewart, Thomson) ont fait beaucoup pour cette partie de la Science. Les sommaires de la neuvième et de la dixième conférence sont reproduits ci-dessous :

Spectre d'un corps noir incandescent, d'un gaz ou d'une vapeur à l'état d'incandescence. — Absorption par une vapeur de parties du spectre d'un corps noir incandescent. — Application à la lumière solaire et à la lumière des étoiles. — Taches solaires et protubérances. — Période de vie de diverses étoiles. — Fluorescence (p. 274-301).

Changement de couleur qu'éprouve la lumière par la vitesse relative de la source et de l'observateur. — Analogie avec le son. — Causes de l'élargissement des raies spectrales. — Spectre de la Couronne solaire, des étoiles doubles, des comètes. — Nature probable des comètes, de l'anneau de Saturne, de la lumière zodiacale (p. 301-335).

Les dernières conférences (XI^e, XII^e et XIII^e) traitent de la propagation de la chaleur par conductibilité et de diverses questions qui s'y

rattachent, de la constitution de la matière et des dimensions des molécules; les mouvements tourbillonnaires forment le sujet d'une digression assez étendue.

O. C.

COMPTES RENDUS DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES, t. CVI, n° 4-10.

Stanoiéwitch (G.-M.). — L'éclipse totale de Soleil du 19 août 1887, observée en Russie (Pétrowsk).

Sur la proposition de M. Janssen, M. Stanoiéwitch, élève de l'observatoire de Meudon, reçut du gouvernement serbe la mission d'observer cette éclipse; et la Communication actuelle est un extrait de son Rapport.

M. Janssen, qui avait tracé le programme et prêté les instruments, recommandait la mesure de l'intensité lumineuse de la couronne solaire par le moyen de la Photographie (voir *Bulletin*, IV, p. 527). Mais les nuages empêchèrent presque complètement les observations; et les déterminations qu'il fut possible de faire à travers une courte éclaircie furent altérées par l'action de l'humidité sur la plaque photographique, action qui a changé les teintes obtenues et empêché toute comparaison exacte.

Janssen (J.). — Remarques sur la Communication précédente.

Après avoir fait l'éloge de M. Stanoiéwitch, M. Janssen ajoute qu'une des principales questions dont il faudra s'occuper dans l'avenir, c'est l'influence de l'humidité sur les plaques photographiques, en vue des mesures photométriques de la couronne solaire.

« Il est certain que des mesures de ce genre, exécutées avec soin, pendant une série assez longue d'éclipses totales, seraient très propres à nous renseigner (en tenant compte, bien entendu, des diamètres apparents relatifs de la Lune et du Soleil) sur la valeur absolue et les variations du pouvoir lumineux de la couronne solaire, dont l'étude est maintenant tout à fait à l'ordre du jour. »

Defforges (G.). — Sur la mesure de l'intensité absolue de la pesanteur. (2 Notes.)

Après un historique succinct des principales déterminations de la longueur du pendule à secondes, M. le capitaine Defforges (chargé par le général Perrier d'entreprendre de nouvelles mesures de la pesanteur) ajoute

qu'il a renoncé au pendule à fil comme trop délicat pour la pratique de la Géodésie, et au pendule invariable, pour adopter le pendule de Bessel, à axes réciproques, qui élimine la plupart des causes d'erreur. Reste cependant l'effet de l'entraînement du support par le pendule en mouvement. M. Defforges montre qu'on peut éliminer cette influence « en faisant osciller, dans les mêmes limites d'amplitude, sur le même support et avec les mêmes couteaux, deux pendules de même poids, de longueur différente et dont les centres de gravité sont semblablement disposés par rapport aux arêtes des couteaux.... Le Service géographique possède depuis deux ans un appareil construit sur ce principe par MM. Brunner frères, d'après nos indications. Il comprend :

« Deux pendules ayant 1^m et 0^m,50 entre les arêtes de leurs couteaux communs ;

« Un plateau servant de support et destiné à être scellé à deux piliers ;

« Un appareil pour mesurer l'étendue de l'entraînement du support par les pendules en mouvement ;

« Un appareil destiné à l'observation des coïncidences ;

« Un comparateur pour la mesure de la longueur des deux pendules et la détermination de la position de leur centre de gravité. »

Sur le conseil de M. Cornu, M. Defforges met en évidence l'entraînement du support à l'aide d'un appareil bien connu de M. Fizeau, formé par deux glaces planes et parallèles, fixées l'une au support du pendule, l'autre à un pilier indépendant, et assez voisines pour donner les anneaux de Newton, que l'on produit avec de la lumière monochromatique : ces anneaux sont fixes quand les deux glaces conservent la même distance et oscillent synchroniquement avec le pendule, lorsque le support et sa glace sont entraînés par lui.

L'appareil d'observation des coïncidences a également été perfectionné par M. Defforges.

Dans la mesure des distances des couteaux, leur éclairage est produit par un faisceau de lumière arrivant *par derrière* parallèlement à l'axe des microscopes.

lourdeaux (Th.). — Sur la valeur actuelle des éléments magnétiques à l'observatoire du parc Saint-Maur.

Pour le 1^{er} janvier 1888 on a trouvé :

Déclinaison.....	15° 52', 1	Comp. horizontale.....	0,19480
Inclinaison.....	65° 14', 7	Comp. verticale.....	0,42245
		Force totale.....	0,46520

Faye (H.). — Sur le tome III des *Annales de l'observatoire de Rio Janeiro*.

Læwy (M.). — Note sur le second Volume des *Annales de l'observatoire de Bordeaux*.

Le *Bulletin* rendra compte des deux Ouvrages ci-dessus dans le prochain numéro.

Roger. — Sur les distances moyennes des planètes au Soleil.

Ces distances satisfont à la relation

$$D_n = D_{-n} a^n,$$

n étant le numéro d'ordre à attribuer aux différentes planètes, rangées en sens inverse de leur distance au Soleil, Neptune ayant le n° 5, Uranus le n° 4, Mercure le n° — 4 avec une lacune ($n = -3$) entre Vénus et Mercure.

Tacchini (P.). — Résumé des observations solaires, faites à Rome pendant le quatrième trimestre de 1887.

La diminution de l'activité solaire, indiquée par les observations précédentes, s'est accentuée : le nombre et l'étendue des taches, ainsi que le nombre des protubérances ont diminué encore.

Siffert (Dom E.). — Sur les phases de Jupiter.

Les grandeurs des phases ont été relevées sur des dessins faits en 1885, principalement avec une lunette de 0^m, 10 d'ouverture; aux époques assez éloignées de l'opposition, ces dessins montrent toujours un petit croissant moins lumineux, situé du côté réellement opposé au Soleil. Mais cette phase est de 10 à 40 fois plus large que celle qu'indique le calcul; ce que l'auteur attribue à l'atmosphère de Jupiter et à son agitation très variable.

Wolf (R.). — Sur la statistique solaire de l'année 1887.

M. R. Wolf compare les observations de taches solaires faites à Zurich et les déterminations magnétiques obtenues à Milan, en employant la méthode qu'il a préconisée il y a une vingtaine d'années; comme précédemment, les deux phénomènes ont suivi des marches sensiblement parallèles.

Carvallo. — Formules d'interpolation.

Étant données des équations de la forme $z = ax + by + \dots$ en nombre supérieur à celui des inconnues $x, y, \dots, z$, on détermine les coefficients $a, b, \dots$, soit par la méthode des moindres carrés, soit par la méthode plus expéditive de Cauchy. La méthode des moindres carrés est seule conforme au Calcul des probabilités, mais elle exige des calculs plus longs. M. Carvallo montre comment on peut conserver les avantages pratiques de la méthode de Cauchy en appliquant la même marche de calcul à la méthode des moindres carrés.

En appliquant sa méthode à un exemple emprunté au *Cours d'Astronomie de l'École Polytechnique* de M. Faye, M. Carvallo trouve exactement les mêmes résultats que par la méthode des moindres carrés, avec les poids exacts, tandis que la méthode de Cauchy donne des nombres notablement différents.

Trouvelot (E.-L.). — Nouvelles observations sur la variabilité des anneaux de Saturne.

En 1884, M. Trouvelot avait appelé l'attention sur certains phénomènes de variabilité des anneaux de Saturne, phénomènes qui furent observés dans la suite par de nombreux astronomes. M. Trouvelot fait connaître les observations de ce genre qu'il a faites en 1886 et en 1887, avec une lunette de 0^m,22 de l'observatoire de Meudon.

Gruey. — Sur un nouvel oculaire pour les observations méridiennes.

Avec un oculaire unique, l'observation méridienne du Soleil (passages des deux bords en ascension droite, pointés sur les deux bords en déclinaison) exige une grande habitude, et le temps manque pour faire certains pointés avec le calme désirable. M. Gruey lève la difficulté au moyen de trois oculaires : l'oculaire central sert pour les observations de passages, tandis que les deux autres, séparés par une distance égale au diamètre du Soleil, visent les bords supérieur et inférieur et servent à faire les pointés de déclinaison.

Éclipse de Lune du 28 janvier 1888. Observations physiques et observations d'occultations d'étoiles, faites à Alger, Bordeaux, Marseille, Meudon, Nice et Paris.

Comète d'Olbers-Brooks. Observations par M. Charlois.

Planète (252). Observations par M. Charlois.

Planète (272). Découverte, éléments et éphéméride par M. Charlois. Observations par MM. Borrelly, Charlois, Rambaud et Sy-G. B.

MONTHLY NOTICES.

T. XLVIII, n° 3, janvier 1888.

Oudemans (J.-A.-C.). — Requête aux observateurs d'étoiles variables.

Le Professeur Oudemans désirerait avoir communication des observations des minima d'Algol, surtout depuis 1883; il s'occupe de déterminer de nouveaux éléments de cette étoile variable.

Stone (E.-J.). — Observations de la Lune, faites en 1887, à l'observatoire Radcliffe, à Oxford; comparaison avec les Tables lunaires de Hansen.

Voir plus loin le compte rendu de la séance.

Hind (J.-R.). — Note sur l'éclipse totale de Soleil du 1^{er} janvier 1889.

La ligne de totalité de cette éclipse traverse la Californie, mais la durée de la phase totale est courte et n'atteint pas deux minutes.

M. Turner a remarqué, au cours de la séance, que les seules éclipses à observer, d'ici à deux ou trois ans, étaient l'éclipse dont M. Hind a calculé les éléments et une autre au mois de décembre 1889. La durée de cette dernière atteint trois minutes et demie; il faudrait aller sur la côte occidentale de l'Afrique du Sud, près de Saint-Paul-de-Loanda; les conditions atmosphériques seraient, paraît-il, très favorables.

Bryant (R.). — L'opposition de (80) Sapho, en 1888.

Voir plus loin le compte rendu de la séance. L'opposition aura lieu vers le milieu d'avril.

Tupman (G.-L.). — Sur un réticule formé par deux lames croisées (8 pages et 2 figures).

Il a été déjà question de ce réticule (*Bulletin*, V, p. 127). L'article du colonel Tupman renferme les formules utiles pour la réduction des observations, avec un exemple numérique.

Tennant (lieutenant général *J.-F.*). — Définition des réflecteurs; images des étoiles brillantes sur les plaques photographiques.

Dimensions des anneaux de diffraction d'une étoile vue avec un réflecteur; comparés avec ceux que donnerait un réfracteur, les anneaux sont plus larges et plus brillants.

Le général Tennant croit que l'exagération du diamètre des belles étoiles sur les plaques photographiques peut tenir à ce que l'image centrale visible ne constitue qu'une portion de la lumière agissante. A rapprocher d'une Communication du D^r de Kövesligethy. (*Voir* ci-dessous, p. 166.)

Common (*A.-A.*). — Note sur l'examen optique des surfaces planes.

La méthode de M. Common consiste dans une extension de la méthode de Foucault pour l'examen des surfaces concaves. Dans le trajet du faisceau lumineux partant de la lampe et revenant à l'œil après réflexion sur la surface concave, M. Common interpose le miroir plan à examiner. Il convient que la surface concave auxiliaire soit sphérique.

Perry (Rév. *S.-J.*). — Notes sur la surface du Soleil en 1887.

Voir plus loin le compte rendu de la séance.

Backhouse (*T.-W.*). — La nébuleuse d'Andromède et l'étoile nouvelle en 1885.

Les évaluations de la grandeur de l'étoile nouvelle montrent bien, comme le D^r Capeland l'a indiqué (*Bulletin*, IV, p. 77), l'influence du grossissement employé; la grandeur évaluée se montre plus faible, de près d'une grandeur, quand le grossissement est 76 au lieu de 9. La lumière totale de la nébuleuse d'Andromède serait comparable, d'après M. Backhouse, à celle d'une étoile de grandeur 4,8.

Denning (*W.-F.*). — Les principaux essais d'étoiles filantes.

Le Tableau suivant résulte des observations de l'auteur depuis quinze ans. Une série de notes venant à la suite du Tableau n'est pas reproduite ici.

Noms des essaims.	Période d'activité.	Date du max.	Point radiant.		Longit. $\odot$.
Quadrantides...	Déc. 28-Janv. 4	Janv. 2	229,8	+52,5	281,6
Lyrides.....	Avril 16-22	Avril 20	269,7	+32,5	31,3
η Aquarides....	Avril 30-Mai 6	Mai 6	337,6	- 2,1	46,3
δ Aquarides....	Juill. 23-Août 25	Juill. 28	339,4	-11,6	125,6
Perséides.....	Juill. 11-Août 22	Août 10	45,9	+56,9	138,5
Orionides.....	Oct. 9-29	Oct. 18	92,1	+15,5	205,9
Léonides.....	Novembre 9-17	Nov. 13	150,0	+22,9	231,5
Andromèdes....	Novembre 25-30	Nov. 27	25,3	+43,8	245,8
Géminides.....	Décembre 1-14	Déc. 10	108,1	+32,6	259,5

Denning (W.-F.). — Hauteurs des bolides et des étoiles filantes.

Voici les résultats déduits d'un grand nombre d'observations; les hauteurs indiquées correspondent à l'apparition et à la disparition de météores :

Météores.	A l'apparit.	A la disparit.
Bolides.....	110 ^{km}	48 ^{km}
Étoiles filantes.....	128 ^{km}	86 ^{km}

Kövesligethy (Dr R. de). — Sur des étoiles obscures possédant un pouvoir chimique sensible.

L'auteur prouve l'existence théorique d'étoiles telles que la partie leur spectre visible pour l'œil est insensible, alors que la partie violet du spectre est capable d'impressionner une plaque photographique. C'est, paraît-il, le cas d'une petite étoile dans les photographies de la nébuleuse de la Lyre que M. de Gothard a obtenues.

La revision photographique du ciel pourra révéler d'autres étoiles analogues.

Mesures spectroscopiques du mouvement des étoiles suivant le rayon visuel, obtenues à Greenwich en 1887. (7 pages.)

Les mesures ont été faites par M. Maunder suivant le plan adopté dans les années précédentes. Voir plus loin, pour la discussion des résultats, le compte rendu de la séance de la Société royale astronomique.

Observations des phénomènes des satellites de Jupiter et d'occultations d'étoiles par la Lune, faites, en 1887, à Greenwich et à Windsor (Tebbutt). (13 pages.)

En présentant les observations de Greenwich à la Société astronomique, M. Turner a fait remarquer combien elles étaient nombreuses en 1887;

leur nombre s'est trouvé presque doublé relativement aux années précédentes.

Deux occultations d'Aldébaran et une de Régulus ont été observées; il n'a pas été noté de phénomène particulier.

Marth (A.). — Éphémérides des satellites de Mars et des satellites d'Uranus, en 1888.

O. C.

THE OBSERVATORY

T. XI, février 1888.

Séance de la Société royale astronomique du 13 janvier.

Le P. Perry présente à la Société quelques *Notes sur la surface solaire*, résumant les observations faites à Stonyhurst en 1887. Le nombre total des jours d'observation s'élève à 259, ce qui montre que l'étude du Soleil peut être poursuivie avec succès en Angleterre, malgré le climat.

Les aires ou surfaces des taches étant réduites en millièmes de l'hémisphère solaire et représentées graphiquement, la première chose qui saute aux yeux est la prolongation de la période du minimum pendant les quatre premiers mois de 1887, avec une cessation subite au commencement de mai. Nous avons déjà ainsi dans la période undécennale des taches deux minima, un du 22 septembre au 8 décembre de l'année 1886, c'est-à-dire pendant deux mois et demi, et l'autre s'étendant sur le premier tiers de 1887, le nombre des jours sans taches étant plus que doublé dans la seconde période. Si l'on réunit les deux périodes en négligeant l'interruption à la fin de 1886, on est amené à fixer grossièrement la date du minimum au 10 janvier 1887; mais il convient d'attendre les résultats de 1888 et de 1889.

De mai à août 1887, il y a eu des perturbations sensibles sur le Soleil. A noter le groupe visible du 22 au 30 juillet comme exemple typique de la formation d'une tache; un petit point entouré de quelques facules fut la première apparence de la perturbation.

Une autre particularité intéressante est la manière d'être des taches voilées (*Bulletin*, I, p. 348) pendant la période du minimum. Ces taches, pour la commodité des observations, ont été divisées en trois classes. La première classe comprend ces nuages de teinte grise, d'une étendue notable, mais d'une très courte durée, qui donnent l'apparence d'une mauvaise définition à des régions étendues de la surface solaire. Ces taches, qui étaient fréquentes vers l'époque du maximum, ont été à peine soupçonnées en 1887. La seconde classe consiste dans les petits points for-

mant les pénombres : ils augmentent de grandeur et puis se fondent avec d'autres taches pareilles dans leur voisinage immédiat, la durée totale d'une tache isolée ne dépassant jamais beaucoup trois minutes. Cette seconde espèce de taches a été vue en 1887 aussi fréquemment qu'auparavant, mais les changements qu'elles ont subis durant leur courte existence n'étaient pas aussi étendus dernièrement que dans les années précédentes. La troisième classe de taches voilées diffère des deux autres classes en ce qu'elle est confinée dans les zones des taches ordinaires; elle en diffère aussi par leur durée atteignant quelquefois plusieurs jours et par leur grande ressemblance à des petits morceaux de pénombre; elles ont été observées un peu moins souvent en 1887 qu'en 1883 et 1884. Ces détails délicats ont été examinés à la fois sur l'image projetée et directement au moyen d'un prisme solaire et d'un oculaire de Dawes; invariablement, l'observation par projection s'est montrée préférable à tous égards.

Phénomène exceptionnel : le 28 octobre, à 9^h5^m, quelques facules attachées à un groupe de faibles taches devinrent tout d'un coup extrêmement brillantes et disparurent ensuite aussi vite. Pendant ce phénomène, d'autres changements de quelque importance ne se présentèrent ni dans les taches elles-mêmes ni dans leur voisinage. Dans l'espace de trois minutes, facules et taches disparurent entièrement. Le magnétographe de Stonyhurst ne montre aucune trace de cette perturbation solaire.

Le capitaine Noble et M. Stone parlent, à l'occasion de la Note ci-dessus, de l'influence dominante que quelques personnes attribuent aux taches du Soleil dans toutes sortes de choses. Le capitaine Noble n'y croit pas; M. Stone trouve qu'il y a du vrai dans cette théorie, et pour lui, en ce qui concerne du moins le Cap, il y a une dépendance entre la périodicité des taches et les changements du temps. M. F. M'Clean, qui a fait pendant neuf années des dessins du Soleil, demande au P. Perry s'il a comparé les taches et les protubérances solaires et s'il ne trouve pas que les protubérances ont un caractère plus permanent que les taches.

Le P. Perry répond que les protubérances sont mesurées chaque jour à Stonyhurst, aussi bien que les taches; mais les observations seraient tout à fait insuffisantes pour établir une comparaison précise. La décroissance, cependant, est clairement marquée en 1887 dans le nombre, la hauteur et l'étendue des protubérances, et il paraît y avoir accord avec le minimum de l'aire des taches.

M. Stone, en présentant une *Note sur les observations de la Lune faites en 1887 à l'observatoire Radcliffe, à Oxford, et sur leur comparaison avec les Tables lunaires de Hansen*, insiste sur la nécessité de trouver l'explication du changement survenu depuis 1864. Dans son opinion, l'explication donnée par lui en 1884 (*Bulletin*, 1, *passim*) n'a

pas été contredite et se maintient d'accord avec les faits. Malheureusement, M. Stone est seul de son avis. Ce qui paraît acquis, c'est que les théories lunaires de Hansen et Delaunay s'accordent, et que la comparaison des Tables de Hansen avec les observations, très satisfaisante de 1750 à 1850, présente des discordances du même ordre (de signes contraires) en dehors et au voisinage de ces deux limites. La raison de ces discordances est encore à trouver. [Voir dans le *Bulletin* l'analyse d'un récent travail de M. Neison (*Bulletin*, III, p. 541-547, et en particulier le Tableau de la page 545)].

M. Robert Bryant lit une *Note sur la prochaine opposition de Sapho*, dont les observations sont encore peu nombreuses et qui se présentera dans des conditions assez favorables pour la détermination de la parallaxe, en 1889. Une liste de 21 étoiles de comparaison est ajoutée.

Il convient d'appeler l'attention des astronomes physiciens sur quelques remarques faites par l'Astronome royal relatives à la détermination spectroscopique du mouvement des étoiles suivant le rayon visuel. On sait que Sirius a offert une curieuse particularité, évidente par le Tableau suivant, où le signe + correspond à un mouvement d'éloignement de la Terre et de l'étoile, le signe — à un mouvement d'approche :

Mouvement de Sirius suivant le rayon visuel.

Années.	Milles en 1 ^e .	N. observ.	Autorités.
1868.....	+29	»	Huggins.
1872.....	+20	»	Greenwich.
1875-76.....	+24	6	»
1876-77.....	+12	2	»
1877-78.....	+23	8	»
1879-80.....	+15	10	»
1880-81.....	+11	4	»
1881-82.....	+ 2	22	»
1882-83.....	— 5	18	»
1883-84.....	—19	43	»
1884-85.....	—23	28	»
1885-86.....	—24	28	»
1886-87.....	— 1	24	»

La présente opposition 1887-88 donne des signes +; il y a eu jusqu'à présent 6 observations.

Ces résultats, dit l'Astronome royal, doivent être acceptés avec quelque réserve; car, en dehors des écarts considérables offerts par les mesures individuelles, tenant sans doute à la difficulté de pointer la large raie F, il semble que le caractère de cette raie s'est modifié avec le temps. L'Astronome royal serait tenté de comparer ces variations de la

raie F pour Sirius avec les variations des bandes observées dans les spectres des taches solaires par M. Maunder d'abord et ensuite par le P. Perry (*Bulletin*, IV, p. 32 et 33). Si les raies solaires présentent le phénomène d'une absorption variable, rien d'étonnant à ce que, pour une étoile à haute température comme Sirius, l'absorption s'exagère beaucoup et devienne appréciable pour nous.

De plus, il pourrait y avoir des oscillations dans les nombres trouvés dans le cas où Sirius décrirait une orbite d'un mouvement rapide. Pour le moment, il est prudent de ne rien affirmer.

Un autre point intéressant dans la communication de l'Astronome royal concerne Algol et l'étude, au moyen du spectroscopie, des éclipses hypothétiques d'Algol par un gros satellite sombre.

L'Astronome royal dit que quelques résultats ont été obtenus pour différentes portions de l'orbite supposée d'Algol; mais ils sont encore incomplets, et la grandeur des erreurs accidentelles rend difficile d'étudier un phénomène très délicat.

A l'égard de la sûreté des mesures, les caractères des raies dans les différentes étoiles ont une grande importance. Pour Véga, Arcturus, etc., les mesures se font bien; mais pour d'autres étoiles il semble qu'on ne puisse obtenir de bonnes mesures. Chose curieuse, Altaïr, qui, pendant des années, appartenait à cette dernière catégorie, se prête bien aux mesures maintenant; ce qui semble indiquer que le caractère de la raie F pour Altaïr a changé avec le temps.

Algol est à ranger dans la catégorie des étoiles difficiles à mesurer; cependant la comparaison des mesures faites un quart de période avant et après le minimum montre que les vitesses d'Algol (59 milles par seconde après le minimum, 23 milles avant, le mouvement étant dirigé vers la Terre) sont d'accord avec l'hypothèse d'un mouvement orbital de sens direct. En même temps, les mesures faites dans les autres parties de l'orbite, dans le voisinage du minimum et du point opposé de l'orbite, donnent une vitesse d'environ 14 milles par seconde, ce qui devrait s'accorder avec la moyenne de 59 et 23 ou 41, mais est bien inférieur. Toutefois, à cause des grandes erreurs accidentelles, une telle différence est possible, et l'on doit seulement désirer que des mesures plus complètes éclaircissent le doute qui subsiste.

M. Maxwell Hall profite de l'occasion pour rappeler ses recherches sur les dimensions du système d'Algol (*Bulletin*, III, p. 367). Il est bon de rappeler aussi les remarques de M. S.-C. Chandler sur quelques anomalies dans la variation de lumière de certaines étoiles du type d'Algol (*Bulletin*, V, p. 23), anomalies qui contrediraient l'hypothèse d'un satellite.

Il serait bien désirable que l'un des observatoires français entreprit des recherches comme celles dont on vient de parler. Déjà M. E.-C.

Pickering les a inscrites dans le programme de ses travaux (*Bulletin*, IV, p. 295); la Photographie aura là, d'après lui, une de ses plus utiles applications. On peut voir que M. Vogel se prépare aussi à reprendre ses anciennes recherches sur les mouvements des astres suivant le rayon visuel, en appelant la Photographie à son aide (*Bulletin*, V, p. 119).

On a déjà parlé des autres Communications faites par M. Turner et le général Tennant en analysant les *Monthly Notices*.

Denning (*W.-F.*). — Notes sur les météores.

Elger (*T.-G.*). — Notes sélénographiques.

Description de Marius.

Tennant (*J.-F.*). — Le *Nautical Almanac* ⁽¹⁾.

En 1830, l'Amirauté demanda l'avis de la Société royale astronomique au sujet de l'amélioration du *Nautical Almanac*, et, en conséquence, une Commission fut nommée pour l'examiner. Le Rapport de cette Commission est publié dans le tome IV des *Mémoires de la Société royale astronomique*; il fut adopté, et le *Nautical Almanac* pour 1834, le premier publié suivant le plan nouveau, présente les traits bien connus qui, en général, ont caractérisé l'ouvrage depuis cette époque. Des améliorations de différentes sortes ont été apportées, mais le livre n'a presque pas varié et pour les matières et pour leur arrangement. Une comparaison avec le *Jahrbuch* de Berlin et la *Connaissance des Temps* de l'époque montre que, après les changements alors faits, le *Nautical Almanac* était beaucoup plus complet que les autres publications.

Nous avons tant entendu parler récemment des progrès du dernier demi-siècle que nous en sommes, il me semble, presque fatigués; mais je demande la permission à mes lecteurs de dire quelques mots des progrès qui touchent au sujet de cette Note. La vapeur a abrégé les voyages et l'on est devenu beaucoup plus maître de la route, d'un port à un autre; en même temps, les chronomètres et la science chronométrique ont pris de l'extension, et bien des navires aujourd'hui vont aux antipodes sans employer d'autres moyens pour contrôler leurs montres que les signaux pour l'heure dans les ports dont la longitude (grâce à l'électricité) est bien connue. L'usage courant de l'équatorial, qui était

(¹) Article du général Tennant (*Observatory*, février), reproduit *in extenso*. Le général Tennant a fait partie du Corps des ingénieurs du Bengale. Premier assistant de la grande triangulation des Indes, il a été chargé, en 1859, de la direction de l'observatoire de Madras.

dans son enfance, nous a révélé près de 300 petites planètes, et leur nombre augmente constamment; les comètes, aussi, sont observées avec une assiduité et une précision qui étaient inconnues. La nécessité s'impose donc, bien plus qu'autrefois, de calculer des orbites, de tenir compte des effets des perturbations et de fournir des éphémérides aux observateurs. Les observatoires, publics et particuliers, se sont multipliés, et l'Astronomie trouve un ferme soutien dans les colonies lointaines, où l'on a recours au *Nautical Almanac* pour tous les faits astronomiques. Comment notre éphéméride nationale a-t-elle satisfait à toutes ces demandes? et que faudrait-il faire pour accroître son utilité? Ce sont des questions qu'il me paraît opportun de considérer, et dans cette pensée j'ai demandé aux éditeurs de l'*Observatory* d'ouvrir leurs pages non seulement à mes idées, mais à leur discussion et aux remarques des personnes qui peuvent être plus compétentes, chacune dans sa partie, pour parler des desiderata.

Je me propose donc de considérer successivement chaque corps céleste ou groupe de corps mentionnés ci-dessous, ainsi que les classes d'observations qui empruntent des données au *Nautical Almanac*; mais, tout d'abord, je voudrais proposer la règle suivante pour juger d'une éphéméride, laquelle me semble presque un axiome : Quand un élément donné dans le *Nautical Almanac* peut être déterminé directement par l'observation, il doit être présenté de telle manière qu'en appliquant seulement la correction due aux erreurs instrumentales, et tenant compte de la position de l'observateur, on puisse faire la comparaison entre l'observation et le calcul. Dans les autres cas, les éléments donnés devraient exiger aussi peu de modifications que possible avant d'être utilisés.

Soleil.

Les nombres donnés dans la page I de chaque mois sont spécialement utiles à Greenwich et en Angleterre. Il semble que l'expérience a montré que les données de cette page et de la page II de chaque mois sont présentées en général sous une forme convenable. Peut-être seulement l'omission de l'équation du temps dans la page II permettrait-elle, sans inconvénient pour personne, d'indiquer les variations horaires de l'ascension droite et de la déclinaison.

A l'égard de la longitude et de la latitude du Soleil, il serait préférable de les donner dégagées de l'aberration et rapportées à l'équinoxe moyen du commencement de l'année. Il y a très peu de cas, je crois, où l'on ne les rapporte pas à cette origine avant de s'en servir.

En ce qui concerne les coordonnées du Soleil, elles sont données pour

l'équinoxe vrai de la date avec la réduction à l'équinoxe moyen du commencement de l'année. Or, lorsqu'on les emploie pour calculer une éphéméride, on a besoin des dernières valeurs; et si toutes deux sont utiles, il me semble que le mode dans lequel elles sont présentées dans l'Éphéméride française est le meilleur, les valeurs rapportées à l'équinoxe moyen jouant le rôle principal et une correction permettant de réduire à l'équinoxe vrai. Mais il serait préférable d'omettre cette dernière et, suivant la pratique du *Jahrbuch*, de donner les réductions à l'équinoxe moyen de la dizaine d'années la plus voisine, ou, mieux encore, les réductions pour les deux dizaines précédente et suivante, ce qui, dans quelques cas, est très avantageux.

Lune.

Je pense que deux décimales pourraient être données pour la paralaxe lunaire comme pour celle du Soleil, et qu'il serait convenable de donner les valeurs de six en six heures comme la *Connaissance des Temps*. Les ascensions droites et déclinaisons sont, bien entendu, nécessaires d'heure en heure; mais je doute que ce soit le cas pour les longitudes et les latitudes. Les intervalles sont présentement trop écartés s'il fallait les obtenir par interpolation; et si l'on s'en contente, c'est, je crois, parce qu'il suffit de les avoir avec la précision convenable pour le calcul des petits termes de la nutation.

Les distances lunaires sont encore nécessaires pour les marins, mais le nombre des vaisseaux sur lesquels on n'en prend jamais est très considérable et il augmente sans doute. A terre, elles peuvent être remplacées avantageusement par la méthode des hauteurs égales de la Lune et d'une étoile connue. Si elles conservent leur place, cela tient sans doute beaucoup au fait que les hommes de mer sont presque les seuls à enseigner la Géographie astronomique; mais tous ceux qui ont eu à réduire des distances lunaires savent qu'elles donnent des résultats très peu satisfaisants.

Il y a ensuite à considérer les étoiles de culmination lunaire.

Si l'on désire avoir une éphéméride de la Lune pour le passage au méridien, j'aimerais à voir suivre le plan de la *Connaissance des Temps* où les coordonnées équatoriales sont données pour le passage aux méridiens successifs distants d'une heure en longitude.

Excepté près de Greenwich et des antipodes, la maigre information concernant l'ascension droite de la Lune est presque inutile.

Ce qui était connu comme la méthode des étoiles de culmination lunaire n'est plus aussi d'un usage pratique. En se reportant à la des-

cription de cette méthode par M. Baily, dans le tome II des *Mémoires de la Société royale astronomique*, on verra qu'on se proposait, en rapportant la Lune aux étoiles voisines, d'éviter la nécessité de connaître avec précision les erreurs de l'instrument des passages. Personne maintenant ne voudrait, j'imagine, suivre un tel procédé; mais on rapporterait la Lune aux meilleurs repères faisant partie d'une liste d'étoiles fondamentales.

Les occultations et les éclipses seront considérées en même temps plus loin.

Planètes.

Les éphémérides en ascension droite et déclinaison et les éphémérides pour l'opposition devraient, je pense, se faire suite. Il me semble que les latitudes et les longitudes héliocentriques pourraient être remplacées par les coordonnées héliocentriques ⁽¹⁾ rapportées à l'équinoxe moyen du commencement de l'année, avec des corrections comme dans le cas du Soleil, ou que ces données pourraient être fournies en supplément pour Vénus, Mars, Jupiter et Saturne, dans le but de faciliter le calcul des perturbations spéciales.

A l'égard des petites planètes, nous avons maintenant des éphémérides d'opposition pour les quatre premières, et les autres sont laissées au *Jahrbuch* de Berlin. Il est clair que, si l'on devait s'en occuper, les frais seraient considérables, et même, si le Gouvernement supportait la dépense, il conviendrait d'en faire une publication séparée plutôt que d'augmenter les dimensions et le prix de l'Ouvrage actuel.

Étoiles.

Il me semble que le nombre des étoiles dont on donne les positions pourrait être notablement accru avec avantage. Sans doute, il y a la considération que les positions doivent être *bonnes*. Mais la *Connaissance des Temps* ⁽²⁾ vient à bout d'en trouver 300 et le *Jahrbuch* 622 suffisamment bonnes. Je remarquerai que dans presque tous les observatoires particuliers et dans les expéditions scientifiques... il est très désirable que la détermination de la correction de pendule ne soit pas une opération trop longue. En même temps, il semble que, considérant la moindre stabilité des instruments, l'azimut, aussi bien que les autres

⁽¹⁾ Il semble qu'il y ait plus d'inconvénients que je ne prévoyais à omettre les coordonnées polaires.

⁽²⁾ Dans la *Connaissance des Temps* de 1889, il y a 370 étoiles.

erreurs, doit être déterminé souvent. C'est pourquoi je verrais avec un plaisir particulier s'accroître la liste des circompolaires pour chaque pôle.

Pour les étoiles horaires, il doit y en avoir un bon nombre qui ont été observées avec la Lune, etc....

Une matière de moindre importance, peut-être, est la date pour laquelle on doit donner les positions apparentes ainsi que les constantes de réduction. Je donnerais ces dernières pour le commencement du jour (soit astronomique, soit universel), de même que tous les autres nombres figurant une seule fois; et il me semble que les positions des étoiles pourraient se rapporter à la même date, avec un certain profit pour les calculateurs et sans inconvénient pratique; aucun à coup sûr quand le méridien sous lequel on observe diffère beaucoup de celui de Greenwich. Les termes dépendant du périégée solaire devraient être compris dans les constantes.

Occultations et éclipses.

J'arrive maintenant à ces phénomènes. Parlons d'abord des occultations. Pour celles qui sont visibles à Greenwich, il n'y a pas besoin de changement; mais, pour les éléments de prédiction, j'insisterais beaucoup, comme je le faisais en 1868, pour qu'ils fussent présentés différemment. La disposition la plus simple est celle du *Jahrbuch*; la plus complète, celle de la *Connaissance des Temps*. La disposition du *Nautical Almanac* est compacte, mais incommode pour le calcul; les données du *Nautical Almanac* américain sont aussi compactes et suffisantes pour une prédiction commode; on pourrait peut-être s'en contenter. De ce que notre manière de donner ces éléments n'appartient qu'à nous, il y a un motif sérieux pour croire que l'autre manière est en général plus convenable.

Passons aux éclipses. Si l'on faisait les changements ci-dessus dans les occultations, il faudrait sans doute établir les calculs des éclipses sur des formules analogues, et il serait désirable d'en donner les éléments comme dans le *Nautical Almanac* américain, lesquels éléments serviraient de base au calcul des quantités pour la Terre en général. Autrement, les éléments resteraient comme ils sont.

Matières diverses.

Nous avons beaucoup entendu parler des défauts des prédictions relatives aux phénomènes des satellites de Jupiter. Le Directeur de l'Al-

manach peut seulement publier ces prédictions telles que les meilleures Tables dont il dispose les fournissent, et les indications données conduisent à des observations qui peuvent être employées à perfectionner les Tables et contrôler nos connaissances sur les satellites.

Personne, je suppose, ne fait usage des éclipses des satellites de Jupiter pour les longitudes, sinon pour une détermination tout à fait provisoire, et cette raison pour les mettre dans le *Nautical Almanac* tombe à terre. Toutes les autres raisons me paraissent également motiver une place pour les éphémérides des autres satellites, comme celles du *Compagnon de l'Observatory* et des *Monthly Notices* ou celles qu'on peut voir dans le *Nautical Almanac* américain. N'ayant pas l'idée d'un choix qui satisferait tout le monde, j'abandonne à d'autres la question de savoir ce qui peut être donné.

Disposition.

C'est un point très important dans un Almanach. Je suppose que personne n'a eu l'occasion de se servir de notre Éphéméride sans sentir qu'à plusieurs égards le plan adopté est incommode, et, si l'on examine les autres Éphémérides, on trouvera que l'opinion générale n'est pas en sa faveur.

En premier lieu, je pense que toutes les matières qui n'intéressent qu'une seule classe de personnes devraient être séparées de ce qui est d'un usage plus général. Il pourrait y avoir des parties séparées : il pourrait même être désirable d'avoir des couvertures séparées, mais je vois à cela de fortes objections. Ensuite je crois que, en tenant compte de la condition ci-dessus, tout ce qui se rapporte à chaque corps céleste devrait être réuni pour l'année entière.

Ainsi, je grouperais ensemble toutes les ascensions droites et déclinaisons apparentes pour le passage à Greenwich, mettant d'abord celles du Soleil, puis celles de la Lune, et ensuite celles des planètes successivement, pour terminer par les occultations visibles à Greenwich.

Dans l'éphéméride plus générale je suivrais le même ordre. Elle contiendrait les ascensions droites et déclinaisons apparentes du Soleil pour le commencement de chaque jour, puis celles de la Lune pour chaque heure, et autant que possible les ascensions droites et déclinaisons pour le passage aux méridiens successifs distants de 1^h de longitude. Alors viendraient celles des planètes et des étoiles pour le commencement de chaque jour, les éléments des occultations et des éclipses, etc.

Ensuite viendrait la partie réservée aux calculateurs : longitude

latitudes et distances du Soleil, coordonnées du Soleil et des planètes, Tables pour passer des positions moyennes des étoiles aux positions apparentes, et réciproquement, et d'autres Tables spécialement utiles aux calculateurs. On y trouverait les latitudes et longitudes des observatoires, qui pourraient donner les noms des directeurs, des renseignements sur leurs publications, et les endroits où l'on trouve la première annonce des observations.

Et enfin, il y aurait les distances lunaires, les Tables des marées, etc., spécialement destinées à la navigation.

Ceux qui examineront les *Éphémérides* verront que la *Connaissance des Temps* actuelle représente à peu près ce que j'ai suggéré. S'il en est ainsi, ce n'est pas parce que je l'ai prise comme guide pour former mon idéal; par le fait, c'est tout récemment que je suis devenu familier avec elle dans sa forme présente, et mes idées sont le produit de l'expérience acquise pendant des années, loin des bibliothèques et des autres ressources. Si je devais quitter maintenant l'Angleterre, je choiserais certainement la *Connaissance des Temps* pour l'usage général, de préférence à toute autre *Éphéméride* que je connaisse, et je ne suis pas du tout sûr que, même en Angleterre, ce ne serait pas le meilleur livre à consulter, excepté dans le voisinage de Greenwich. J'espère seulement que nous aurons bientôt une *Éphéméride* anglaise qui répondra aussi bien aux besoins de tous les gens parlant anglais dispersés par toute la terre, à toutes les longitudes.

On réserve pour le prochain numéro du *Bulletin* quelques réflexions des éditeurs de l'*Observatory*, ainsi que les articles du numéro de mars de l'*Observatory* relatifs au même sujet.

Correspondance et Notes.

Lynn (W.-T.). — La rotation de Jupiter.

Bryant (R.). — Grandeur de Sapho.

La grandeur de Sapho lors de l'opposition de 1889, favorable pour la détermination de la parallaxe, sera 8,4. Le Dr Gill compte se servir de son héliomètre pour l'observer. Il est important de réunir le plus possible d'observations dans la présente opposition.

Knott (George). — Maxima et minima d'étoiles variables.

Étoiles observées : U et T Céphée; α Baleine; S Orion; U Gémeaux; R et S Grande Ourse; R Scorpion; S et U Cygne; S Aigle; R Petit Renard.

Perry (Rév. S.-J.). — La chromosphère en 1887.

Tableau des hauteurs de la chromosphère et des hauteurs des protubérances.

Le P. Perry dit un mot des premiers résultats de l'étude des courants à la surface du Soleil, rendus visibles par la direction des flammes chromosphériques et des protubérances (*Bulletin*, V, p. 124). On trouverait : 1° que la direction des courants au pôle est normale au limbe; 2° qu'il y a un courant marqué traversant l'équateur, dirigé quelquefois vers le Nord, d'autres fois vers le Sud; 3° que les changements de direction se présentent très fréquemment dans les latitudes moyennes.

L'éclipse totale de Lune du 28 janvier.

Tableau des résultats obtenus en Angleterre.

L'éclipse totale de Soleil du 19 août 1887.

Il paraît que le Professeur Jarai et M. M. Sugiyama, de l'observatoire de Tokio, au Japon, ont obtenu de bonnes photographies de la Couronne.

Tebbutt (*John*). — γ Couronne boréale.

L'auteur communique quatre mesures faites dans le courant de 1887. L'éphéméride naguère publiée par M. Gore (*Monthly Notices*, t. XLVI, p. 105) s'éloigne des observations.

O. C.

ASTRONOMISCHE NACHRICHTEN, n° 2826-2830.

Harzer (*Paul*). — Sur le mouvement du périée lunaire.

Le problème du mouvement des apsides des satellites dépend, au moins pour sa partie essentielle, de l'intégration d'une équation différentielle telle que la suivante

$$\frac{d^2 x}{d\xi^2} + (n^2 - 2\beta \cos \xi)x = 0,$$

qui a été, dans ces derniers temps, l'objet de recherches intéressantes de la part d'un grand nombre de géomètres. Pour en venir à bout, il ne paraît d'ailleurs ni nécessaire ni même utile de recourir, avec M. Gylén, aux fonctions elliptiques. M. Harzer fait voir comment la première approximation peut s'obtenir aisément en partant de la transformation des équations différentielles dont il a fait usage dans ses « Recherches sur un cas particulier du problème des trois corps », publiées récemment

dans les *Mémoires de l'Académie de Saint-Petersbourg*. Il commence par réduire le problème à une équation différentielle de la forme citée plus haut, dont l'intégrale peut s'exprimer par la série

$$x = \sum \mu_2 e^{i(m+\omega)\xi},$$

où x varie de $-\infty$ à $+\infty$. L'exposant m est une fonction des constantes n et β , que l'on peut développer suivant les puissances ascendantes de β^2 , au moins dans le cas de la Lune. Mais les coefficients de β^2 , β^4 , ... ont des dénominateurs qui dépendent des puissances de $(4n^2-1)$ et qui peuvent devenir très petits quand n approche de $\frac{1}{2}$, ce qui a lieu quand l'argument ξ ne diffère pas beaucoup du double de la longitude vraie v . Le second terme de la série

$$m = n - \frac{\beta^2}{n(4n^2-1)} - \dots$$

peut ainsi acquérir une valeur très sensible, bien que β^2 soit de l'ordre du carré des forces perturbatrices; et comme on a, d'autre part,

$$\zeta = 1 - m\lambda,$$

en désignant par ζ le rapport du moyen mouvement sidéral des apsides lunaires au moyen mouvement sidéral de la Lune, on voit que le terme de ζ qui dépend de β^2 a une grande importance : c'est pour l'avoir négligé que les premiers géomètres qui ont essayé de déterminer le mouvement de périgée lunaire ont obtenu un résultat beaucoup trop petit. Le terme $1 - n\lambda$ étant simplement de l'ordre des forces perturbatrices, ou de l'ordre de μ^2 , le terme en β^2 est, en fait, de l'ordre de $\frac{\mu^4}{\mu} = \mu^3$; mais, tout en étant ainsi d'un ordre algébrique plus élevé que le premier terme, il l'égale ou le surpasse numériquement, dans le cas de la Lune; ce qui montre une fois de plus qu'il ne faut pas se fier à la définition algébrique de l'ordre des termes d'un développement.

On a ici

$$\lambda = 2(1 - \mu), \quad n\lambda = \sqrt{1 - \frac{3}{2}\mu^2},$$

et β s'exprime aussi par μ , de sorte que la valeur de ζ ne dépend que de la constante μ , qui représente le rapport des moyens mouvements anomalistiques du Soleil et de la Lune. En prenant les termes en β^2 , β^4 et β^6 , M. Harzer trouve $\zeta = +0,009010$. M. Gylden avait trouvé $0,009117$; les observations donnent $0,008452$. On approche davantage de cette valeur en tenant tout de suite compte des excentricités et des inclinaisons. M. Harzer a encore calculé un Tableau des valeurs de ζ et du

mouvement des apsides qui correspondent à une série de valeurs de comprises entre $+0,14$ et $-0,24$; ce mouvement se trouve être toujours de même sens que le mouvement du satellite.

Berberich (A.). — Sur la possibilité de déterminer le nombre de la masse totale des petites planètes situées entre Mars et Jupiter

La question de la sommation des masses infinitésimales qui circulent entre Mars et Jupiter a depuis longtemps fixé l'attention des astronomes (*Bulletin*, III, p. 415). D'après Le Verrier, la masse réunie des astéroïdes ne peut dépasser $\frac{1}{3}$ de la masse de la Terre; en la supposant même vingt ou trente fois plus petite, égale par exemple à la masse de la Lune, il faudrait, pour la représenter, un millier de planètes de 7^e grandeur, un million au moins de la 12^e grandeur. Or ces évaluations sont invraisemblables, si l'on réfléchit à la lenteur relative avec laquelle s'accroît le nombre des astéroïdes connus, qui depuis le commencement du siècle n'a pas encore dépassé 272. On sait, d'autre part, que la grandeur apparente des astéroïdes nouveaux décroît d'une manière assez régulière au fur et à mesure qu'en augmente le nombre, de sorte qu'il devient probable que la partie la plus importante de l'essaim est déjà découverte et que les découvertes futures n'ajouteront plus qu'un faible appoint à l'inventaire actuel.

M. Berberich s'est donc demandé s'il ne serait pas possible d'arriver à quelques notions sur la masse du système, en se fondant uniquement sur la corrélation qui existe entre l'ordre des découvertes et la grandeur ou la distance moyenne des astéroïdes. En les réunissant par décades on voit assez nettement diminuer l'éclat en même temps que les moyens mouvements, comme le montre le Tableau suivant :

Décade.	Grandeur.	M. M.	Décade.	Grandeur.	M. M.
1.....	8,47	878	14.....	11,30	819
2.....	9,10	897	15.....	11,71	819
3.....	10,09	849	16.....	12,42	696
4.....	10,96	791	17.....	11,80	806
5.....	10,68	825	18.....	11,68	745
6.....	10,93	807	19.....	11,72	764
7.....	11,02	771	20.....	11,38	785
8.....	11,21	837	21.....	11,90	779
9.....	11,38	771	22.....	12,01	797
10.....	11,51	724	23.....	12,62	721
11.....	11,35	746	24.....	12,38	784
12.....	11,05	842	25.....	12,45	799
13.....	10,95	774	26.....	13,03	731

La correspondance des nombres n'est pas rigoureuse, mais cependant assez clairement indiquée. M. Berberich a dressé ensuite un Tableau plus détaillé où les planètes sont distribuées en seize groupes, suivant l'ordre de leurs moyens mouvements décroissants depuis $1150''$ jusqu'à $450''$. On constate alors que, dans chaque groupe, les grandeurs diminuent assez rapidement. En prenant toujours les moyennes pour quatre termes successifs, convertissant les grandeurs trouvées en logarithmes d'intensités, et ces derniers (par le facteur $\frac{3}{2}$) en logarithmes des volumes ou des masses, M. Berberich a formé seize séries de logarithmes décroissants qu'il a essayé de représenter par des progressions arithmétiques, sans grand succès, il faut l'avouer. Il s'ensuivrait de là que, dans chaque groupe, les masses diminuent en progression géométrique, et que les dix premiers termes d'une progression (comprenant une quarantaine de planètes) épuisent déjà presque complètement la masse attribuable au groupe correspondant. On en conclurait encore que, pour chaque grandeur, il existe à peu près le même nombre d'astéroïdes, tandis que, d'ordinaire, on admet plutôt que chaque grandeur représente un ensemble de même masse. Tout cela est bien vague, et il ne semble pas qu'on puisse beaucoup attendre de calculs de cette nature.

L'éclipse totale de Lune du 28 janvier 1888.

Observations plus ou moins importantes, faites à Berlin, Bonn, Bothkamp, Breslau, Cambridge (E.-U.), Copenhague, Dusseldorf, Genève, Heidelberg, Kis-Kartal, Madrid, Moscou, Neuchâtel, Parsonstown, Pétersbourg, Poulkova, Rome, Strasbourg, Turin, Utrecht. Ce sont, en général, des occultations d'étoiles, dont l'observation avait été recommandée par les astronomes de Poulkova. A Berlin, on a essayé, avec peu de succès, de faire des mesures héliométriques. A Heidelberg, M. Max Wolf a obtenu quelques photographies de l'éclipse. A Parsonstown, on a mesuré les variations de la chaleur de la Lune. Dans un grand nombre de stations, le mauvais temps a empêché toute espèce d'observations.

Mort de M. Jędrzejewicz.

Le Dr J.-J. Jędrzejewicz, médecin et astronome distingué, est mort à Plonsk le 31 décembre 1887. Il était né à Varsovie en 1835, avait fait ses études à Moscou, et s'était ensuite fixé à Plonsk (Pologne russe), où il avait employé ses économies de médecin-praticien à se construire un petit observatoire. Pendant quinze ans, il a publié beaucoup d'observations de comètes, d'étoiles doubles, etc.

Engelhardt, Schmidt, Auwers, Oppolzer, Engelmann; cette comparaison montre que les ascensions droites de M. Ginzel sont en général un peu trop grandes.

Kleiber. — Sur la distribution des météores dans les essaims météoriques.

Nous avons déjà eu à parler d'un travail de M. J. Kleiber sur la distribution des nœuds des orbites planétaires ou cométaires, où l'auteur s'est efforcé de démontrer, à l'aide du Calcul des probabilités, que cette distribution est purement fortuite, tandis qu'il n'en paraît pas être de même des nœuds des orbites météoriques (*Bulletin*, III, p. 470). M. Kleiber a essayé de résoudre, d'après les mêmes principes, la question de savoir si les étoiles filantes dont se compose un essaim forment, oui ou non, des groupes distincts. Ayant compté, avec deux aides, le 27 novembre 1885, les étoiles filantes de l'essaim des Andromérides, il a comparé les nombres observés de deux secondes en deux secondes avec ceux que fait prévoir le Calcul des probabilités, en supposant : 1° qu'il s'agit de météores isolés; 2° qu'il y a des couples mêlés à des météores isolés (dans le cas actuel, 14 météores accouplés pour 86 isolés). On trouve ainsi les nombres suivants d'intervalles pendant lesquels sont notés 0, 1, 2, 3, 4 météores :

Météores en 2".	Observ.	Calcul I.	Calcul II.
0.....	278	270,2	277,8
1.....	97	109,4	97,0
2.....	24	22,1	24,7
3.....	5	2,9	4,6
4.....	1	0,3	0,7
	<u>405</u>	<u>405</u>	<u>405</u>

Les nombres fournis par la seconde hypothèse s'accordant beaucoup mieux avec l'observation que ceux qui résultent de l'hypothèse d'une distribution fortuite, M. Kleiber en conclut que les étoiles filantes forment des groupes, qui probablement dépendent de la masse de l'essaim.

Finlay. — Éléments de la comète Sawerthal.

T = 1888, mars 18, 18 Gr.

ω	4.29'
Ω	244. 6
i	43.57
q	0,6845
	R. R.

MÉMOIRES ET OBSERVATIONS.

SUR LES FORMULES DE M. FABRITIUS.

Réplique aux Notes de MM. Gonnessiat et Herz;

PAR M. FOLIE.

J'ai signalé, dans le *Bulletin* de février dernier, l'erreur de principe des formules de réduction de M. Fabritius, et l'ai attribuée, non sans raison, à l'introduction tout à fait superflue des coordonnées rectilignes, que j'ai qualifiée de *trompe-l'œil*.

Sans cette introduction, MM. Fabritius et Oppolzer se seraient, en effet, immédiatement rendu compte de l'incorrection radicale du procédé préconisé par eux, incorrection que je croyais avoir fait ressortir avec une netteté suffisante.

Mais puisque des astronomes qui sont en même temps de bons analystes, comme MM. Gonnessiat et N. Herz, et j'en pourrais citer d'autres, croient que ma critique n'est pas fondée, je me vois obligé, bien à regret, de revenir sur ce point.

Je ne réfuterai pas les observations ou les arguments de mes honorables contradicteurs, parce que j'avoue ne pas bien les comprendre; et, puisqu'ils pensent que ce sont les coordonnées rectangulaires qui jouent le grand rôle dans cette question, je vais reprendre pas à pas la démonstration d'Oppolzer (1) (traduction Pasquier, p. 263), fondée sur elles, et en montrer le vice.

Je pars de ses formules (14), qu'on peut écrire *a priori*

$$(14) \quad \begin{cases} \cos \alpha \cos \delta = \cos \alpha_0 \cos \delta_0 + \Delta x_0, \\ \sin \alpha \cos \delta = \sin \alpha_0 \cos \delta_0 + \Delta y_0; \end{cases}$$

d'où je tire, comme lui,

$$(15) \quad \begin{cases} \cos \delta \sin (\alpha - \alpha_0) = -\sin \alpha_0 \Delta x_0 + \cos \alpha_0 \Delta y_0, \\ \cos \delta \cos (\alpha - \alpha_0) = \cos \delta_0 + \cos \alpha_0 \Delta x_0 + \sin \alpha_0 \Delta y_0. \end{cases}$$

(1) Je ferai observer seulement que je n'ai donné comme *exacte* que la seule formule

$$\tan (\alpha - \alpha_0) = \Delta x_0 \left(1 + \frac{\Delta x_0^2}{3} \right).$$

C'est de là qu'Oppolzer déduit la formule de M. Fabritius

$$(16) \quad \text{tang}(x - x_0) = \frac{\Delta x_0}{1 - \text{tang} \delta_0 \Delta \delta_0},$$

en substituant à Δx_0 et Δy_0 les expressions

$$(13) \quad \begin{cases} \Delta x_0 = -\sin x_0 \cos \delta_0 \Delta x_0 - \cos x_0 \sin \delta_0 \Delta \delta_0, \\ \Delta y_0 = +\cos x_0 \cos \delta_0 \Delta x_0 - \sin x_0 \sin \delta_0 \Delta \delta_0. \end{cases}$$

Or l'emploi de ces expressions est incorrect, puisqu'elles s'arrêtent aux termes du premier ordre et que l'on veut conserver ceux du second dans la formule (16) qu'on en déduit.

Employons donc, au lieu de ces formules incorrectes (13), les formules correctes jusqu'au second ordre seulement; nous aurons à ajouter aux expressions Δx_0 et Δy_0 d'Oppolzer respectivement

$$(13 \text{ bis}) \quad \begin{cases} -\cos x_0 \cos \delta_0 \frac{\Delta x_0^2 + \Delta \delta_0^2}{2} + \sin x_0 \sin \delta_0 \Delta x_0 \Delta \delta_0 \\ \text{et} \\ -\sin x_0 \cos \delta_0 \frac{\Delta x_0^2 + \Delta \delta_0^2}{2} - \cos x_0 \sin \delta_0 \Delta x_0 \Delta \delta_0. \end{cases}$$

Sa formule (16) devient par là

$$(16 \text{ bis}) \quad \left\{ \begin{aligned} \text{tang}(x - x_0) &= \frac{\Delta x_0 - \text{tang} \delta_0 \Delta x_0 \Delta \delta_0}{1 - \text{tang} \delta_0 \Delta \delta_0 - \frac{\Delta x_0^2 + \Delta \delta_0^2}{2}} \\ &= \frac{\Delta x_0}{1 - \frac{\Delta x_0^2 + \Delta \delta_0^2}{2(1 - \text{tang} \delta_0 \Delta \delta_0)}} \end{aligned} \right.$$

Cette formule, moins incorrecte que celle d'Oppolzer, n'est cependant pas encore exacte. En effet, pour obtenir les termes d'ordre supérieur dans le développement d'une expression de la forme $\frac{\sin \Delta x}{\cos \Delta x}$, on doit, puisqu'il ne renferme pas de termes du second ordre, calculer le numérateur jusqu'au troisième *inclusivement*, tandis que je me suis arrêté au second, n'ayant d'autre objet que de montrer le vice de la formule (16) et de sa démonstration. Le lecteur suppléera aisément à ce point.

Il est inutile, je pense, d'insister davantage. Ceci n'est pas une question d'Astronomie, mais simplement de Calcul différentiel. Et

si mes deux honorables contradicteurs ont l'intention de me répondre de nouveau, je les prierai de vouloir bien, pour que nous puissions nous entendre, se borner à réfuter la preuve que je viens de faire, sur la propre démonstration des auteurs, de l'incorrection du procédé de M. Fabritius, adopté par Oppolzer.

Note de la Rédaction. — Les formules de M. Folie, qui supposent que $\Delta x_0 = x - x_0$, $\Delta \delta_0 = \delta - \delta_0$, ne nous paraissent avoir aucun rapport avec celles de M. Fabritius, où Δx_0 , $\Delta \delta_0$ représentent les premiers termes des différences $x - x_0$, $\delta - \delta_0$, développées suivant les puissances de $d\lambda$, $d\lambda$, ... On a, par exemple,

$$x - x_0 = \frac{dx}{d\lambda} d\lambda + \dots + \frac{1}{2} \frac{d^2 x}{d\lambda^2} d\lambda^2 + \dots = \Delta x_0 + \frac{1}{2} \frac{d^2 x}{d\lambda^2} d\lambda^2 + \dots,$$

de sorte que $x - x_0$ diffère de Δx_0 par les termes qui dépendent de $d\lambda^2$, $d\lambda d\lambda$, ... Il y a là un moyen de vérifier directement les formules de M. Fabritius. Le malentendu vient évidemment de l'insuffisance de la démonstration d'Oppolzer, qui exprime par Δx_0 , Δy_0 d'abord les variations réduites aux termes du premier ordre (formules 13), ensuite les différences totales $x - x_0$, $y - y_0$ (formules 14), en négligeant de prouver que les termes du second ordre sont ici sans influence. Mais, de ce que la démonstration laisse à désirer, il ne s'ensuit pas que les formules soient inexactes.

R.

SUR LE CALCUL DES LIEUX APPARENTS DES ÉTOILES.

Réponse à M. F. Folie;

PAR M. W. FABRITIUS.

Dans le numéro de février dernier du *Bulletin astronomique*, M. Folie attaque les formules pour la réduction des étoiles, que j'ai publiées dans le n° 2073 des *Astronomische Nachrichten*.

D'après M. Folie, mes formules ne seraient que des approximations insuffisantes et qui « ne pourraient que très désavantageusement remplacer les procédés en usage ».

Il est toutefois aisé de voir que M. Folie se trompe complètement sur la nature de mes formules, qui sont rigoureusement vraies, si l'on attribue aux quantités Δx_0 et $\Delta \delta_0$ des significations que nous expliquons plus bas. Mais comme M. Folie regrette que mes formules soient établies à l'aide des coordonnées rectilignes,

dont il ne veut pas admettre l'utilité, je demande la permission de démontrer qu'on peut arriver à ces formules par un tout autre procédé.

Soient α_0, δ_0 les coordonnées polaires du lieu s_0 d'une étoile à une époque donnée; α, δ celles qui correspondent au lieu quelconque s de l'étoile. Soient, de plus, Δs la distance de ces deux lieux, comptée sur l'arc de grand cercle; p_0 l'angle de position que fait Δs avec le cercle de déclinaison passant par s_0 . Alors nous aurons

$$(1) \quad \cos(\Delta s) = \sin \delta \sin \delta_0 + \cos \delta \cos \delta_0 \cos(\alpha - \alpha_0),$$

$$(2) \quad \sin \delta = \sin \delta_0 \cos(\Delta s) + \cos \delta_0 \sin(\Delta s) \cos p_0,$$

$$(3) \quad \cos \delta \sin(\alpha - \alpha_0) = \sin(\Delta s) \sin p_0.$$

Remplaçons dans (1) $\sin \delta$ et $\cos \delta$ par leurs valeurs tirées de (2) et (3), nous aurons, après quelques transformations faciles,

$$\cos(\Delta s) \cos \delta_0 = \sin \delta_0 \sin(\Delta s) \cos p_0 + \sin(\Delta s) \sin p_0 \cot(\alpha - \alpha_0);$$

d'où

$$(4) \quad \tan(\alpha - \alpha_0) = \frac{\tan(\Delta s) \sin p_0 \sec \delta_0}{1 - \tan(\Delta s) \cos p_0 \tan \delta_0}.$$

Cette formule est, comme on voit, rigoureuse pour tous les déplacements possibles de l'étoile.

Imaginons à présent un grand cercle qui, passant par s , coupe à angle droit le cercle de déclinaison passant par s_0 ; alors $\tan(\Delta s) \cos p_0$ sera la tangente de la composante de (Δs) , comptée sur le cercle de déclinaison. Si nous la désignons par $(\Delta \delta_0)$, nous aurons

$$(5) \quad \tan(\Delta s) \cos p_0 = \tan(\Delta \delta_0).$$

Cette équation servira de définition du symbole $(\Delta \delta_0)$. Pour obtenir une définition semblable pour $\Delta \alpha_0$, imaginons deux autres grands cercles, qui se coupent orthogonalement et dont l'un passe par le point s_0 en faisant un angle droit avec le cercle de déclinaison de ce point, tandis que l'autre passe par le point s . Il est aisé de voir que ce dernier grand cercle ne sera pas identique avec le cercle de déclinaison passant par s , mais fera avec celui-ci un angle qui s'accroîtra à mesure que Δs sera plus grand et que l'étoile sera plus approchée du pôle. Alors nous voyons que $\tan(\Delta s) \sin p_0$ sera la tangente de la composante de (Δs) , comptée sur le premier

des deux grands cercles en question. Soit $\Delta s'$ cette composante, nous aurons $\text{tang}(\Delta s) \sin p_0 = \text{tang} \Delta s'$. Joignons l'extrémité de l'arc $\Delta s'$ avec le pôle par un grand cercle. Ce dernier fera avec le cercle de déclinaison passant par s_0 au pôle un angle que nous conviendrons de nommer Δx_0 . Alors nous aurons

$$(6) \quad \text{tang}(\Delta s) \sin p_0 = \text{tang}(\Delta x_0) \cos \delta_0.$$

Ayant égard aux équations (5) et (6), nous trouvons

$$(7) \quad \text{tang}(\alpha - \alpha_0) = \frac{\text{tang}(\Delta x_0)}{1 - \text{tang}(\Delta \delta_0) \text{tang} \delta_0},$$

équation dont l'exactitude est évidente si Δx_0 et $\Delta \delta_0$ ont les significations déterminées par les équations (5) et (6). Or il est connu qu'en calculant les lieux apparents à l'aide des quantités de Bessel A, B, C, D nous obtiendrons (à des quantités du deuxième ordre du déplacement *en arc* près) les composantes du déplacement réel, comptées sur deux grands cercles se coupant à angle droit en s_0 . Faisant donc, comme à l'ordinaire,

$$\begin{aligned} \Delta x_0 &= Aa + Bb + Cc + Dd, \\ \Delta \delta_0 &= Aa' + Bb' + Cc' + Dd', \end{aligned}$$

la formule (7) nous donne la valeur de $(\alpha - \alpha_0)$ avec la même exactitude que nous attribuons aux quantités A, B, C, D .

Donc, il ne peut pas être question de remplacer la formule (7) par quelque autre « plus approchée », parce qu'elle est tout à fait exacte.

Pour parvenir à une relation semblable pour les déclinaisons, partons de l'équation rigoureuse

$$\cot \delta \cos(\alpha - \alpha_0) = \cot(\delta_0 + \Delta \delta_0),$$

dont le sens géométrique est évident. Nous l'écrivons

$$\text{tang} \delta = \cos(\alpha - \alpha_0) \text{tang}(\delta_0 + \Delta \delta_0)$$

et en tirons

$$\sin[(\delta - \delta_0) - \Delta \delta_0] = -2 \sin^2 \frac{1}{2}(\alpha - \alpha_0) \sin(\delta_0 + \Delta \delta_0) \cos \delta;$$

d'où, en remplaçant $\cos \delta$ par la valeur tirée de l'expression précédente,

$$(8) \quad \sin[(\delta - \delta_0) - \Delta \delta_0] = \frac{-2 \sin(\delta_0 + \Delta \delta_0) \cos(\delta_0 + \Delta \delta_0) \sin^2 \frac{1}{2}(\alpha - \alpha_0)}{\sqrt{1 - \sin^2(\delta_0 + \Delta \delta_0) \sin^2(\alpha - \alpha_0)}}.$$

La formule (8), jointe à l'équation (7), donne la solution exacte du problème. Si l'on peut négliger les puissances supérieures de $\Delta\alpha_0$ et $\Delta\delta_0$, on aura

$$(7') \quad \alpha - \alpha_0 = \Delta\alpha_0 + \operatorname{tang} \delta_0 \Delta\alpha_0 \Delta\delta_0,$$

$$(8') \quad \delta - \delta_0 = \Delta\delta_0 - \frac{\sin \delta_0 \cos \delta_0}{2} (\Delta\alpha_0)^2.$$

Après ces explications, « l'astronome russe » espère que l'astronome belge ne refusera plus d'attribuer aux formules (7') et (8') le titre de *vraies formules de réduction*, bien entendu, s'il consent à accepter pour $\Delta\alpha_0$ et $\Delta\delta_0$ les significations géométriques déterminées par les formules (5) et (6).

Quant aux « formules véritables »

$$\operatorname{tang}(\alpha - \alpha_0) = \Delta\alpha_0 + \frac{(\Delta\alpha_0)^3}{3} + \dots, \quad \operatorname{tang}(\delta - \delta_0) = \Delta\delta_0 + \frac{(\Delta\delta_0)^3}{3} + \dots,$$

dont M. Folie veut se servir, elles sont vraies, nul ne contestera leur réalité, si toutefois $\Delta\alpha_0$ et $\Delta\delta_0$ expriment *la même chose* que $(\alpha - \alpha_0)$ et $(\delta - \delta_0)$, c'est-à-dire les *vraies réductions du lieu moyen au lieu apparent*. Dans ce cas, les formules sont de simples identités, exprimant une propriété bien connue d'un arc quelconque. Mais où prendre les valeurs de $\Delta\alpha_0$ et $\Delta\delta_0$ qu'on doit mettre dans le deuxième membre des « formules véritables » ? Sur ce sujet l'article de M. Folie ne fournit aucun renseignement. Et si nous avons, par un procédé quelconque, obtenu les vraies valeurs de $\Delta\alpha_0$ et $\Delta\delta_0$ *en arc*, à quoi sert-il de calculer leurs tangentes ?

Dans sa critique de mes formules, M. Folie répète plus d'une fois qu'on parviendrait aux « formules véritables », si l'on avait poussé l'approximation plus loin, ou, autrement, que mes formules se confondraient avec les véritables, si l'on y avait eu égard aux termes d'un ordre supérieur. Qu'il me soit permis de mettre en doute la possibilité d'une telle métamorphose. Mes formules, outre les petites quantités du premier ordre $\Delta\alpha_0$ et $\Delta\delta_0$, contiennent des termes du *deuxième ordre* par rapport à $\Delta\alpha$ et $\Delta\delta$, tandis que les « formules véritables » n'en ont pas.... Donc il est clair que mes formules sont essentiellement différentes des « véritables », et ne peuvent pas être transformées en celles-ci.

Toutefois, je rends grâce à M. Folie de m'avoir forcé à examiner de nouveau mes formules, aussi bien que celles de M. Oppolzer. Cet examen m'a fait découvrir une erreur, quoique de nature tout à fait différente de celles que suppose M. Folie.

Au lieu de l'équation (8'), Oppolzer donne la formule

$$(9) \quad \delta - \delta_0 = \Delta\delta - \frac{1}{2} \cot \delta_0 (\Delta x_0)^2,$$

que M. Folie désigne comme paradoxale. Elle l'est en effet, parce que le coefficient du terme du deuxième ordre croît jusqu'à l'infini, si δ tend vers zéro. Alors le terme du deuxième ordre serait plus grand que le terme du premier ordre, ce qui est absurde.

Mais, comparant la formule fausse (9) avec la formule vraie (8'), nous voyons qu'elles donnent toutes deux les mêmes résultats pour les étoiles polaires, pour lesquelles $\sin \delta$ diffère peu de l'unité. Or la formule a été proposée par moi spécialement pour les réductions des étoiles polaires. Toutefois, il ne sera pas sans intérêt de chercher la source de l'erreur citée.

Supposons que l'erreur de la formule (9) soit $\Delta\xi$; nous aurons, en comparant cette formule avec (8'),

$$\begin{aligned} \Delta\xi &= \frac{(\Delta x_0)^2}{2} \cos \delta \left(\frac{1}{\sin \delta} - \sin \delta \right) \\ &= \frac{(\Delta x_0)^2}{2} \cot \delta_0 \cos^2 \delta_0. \end{aligned}$$

Or nous avons jusqu'aux termes du troisième ordre

$$(\Delta x_0)^2 \cos^2 \delta = (\Delta s)^2 \sin^2 p_0 = (\Delta s)^2 - (\Delta \delta_0)^2;$$

donc

$$(10) \quad \Delta\xi = \frac{\cot \delta}{2} [(\Delta s)^2 - (\Delta \delta)^2].$$

Par conséquent, nous voyons que dans la formule (9) sont omis deux termes du deuxième ordre, qui sont très petits numériquement par rapport au terme multiplié par $(\Delta x)^2$, si l'étoile s'approche du pôle.

D'où résultent ces deux termes omis? Pour répondre à cette question, considérons la formule rigoureuse

$$(11) \quad \cos \delta \cos(x - x_0) = \cos \delta_0 \cos(\Delta s) - \sin \delta_0 \sin(\Delta s) \cos p_0.$$

à laquelle nous donnons la forme

$$\sin \delta_0 \sin(\delta - \delta_0) = \sin \delta_0 \sin(\Delta s) \cos p_0 - 2 \cos \delta \sin^2 \frac{1}{2}(\alpha - \alpha_0) \\ + 2 \cos \delta_0 \sin^2 \frac{1}{2}(\Delta s) - 2 \cos \delta_0 \sin^2 \frac{1}{2}(\delta - \delta_0)$$

et qui se transforme, en négligeant les quantités d'un ordre supérieur au deuxième, en

$$\delta - \delta_0 = \Delta \delta_0 - \frac{\cot \delta}{2} [(\Delta \alpha)^2 - (\Delta s)^2 + (\Delta \delta)^2],$$

ce qui est le résultat juste.

Mais, pour $\cos \delta \cos(\alpha - \alpha_0)$, nous avons une autre expression rigoureuse

$$(12) \quad \cos \delta \cos(\alpha - \alpha_0) = \cos \delta_0 + \cos \alpha_0 (\Delta x_0) + \sin \alpha_0 (\Delta y_0),$$

résultant de la combinaison des équations exactes

$$\cos \alpha \cos \delta = \cos \alpha_0 \cos \delta_0 + \Delta x_0, \\ \sin \alpha \cos \delta = \sin \alpha_0 \cos \delta_0 + \Delta y_0.$$

En acceptant pour Δx_0 et Δy_0 les *valeurs approchées*

$$(13) \quad \begin{cases} \Delta x_0 = - \sin \alpha_0 \cos \delta_0 (\Delta \alpha_0) - \cos \alpha_0 \sin \delta_0 (\Delta \delta_0), \\ \Delta y_0 = + \cos \alpha_0 \cos \delta_0 (\Delta \alpha_0) - \sin \alpha_0 \sin \delta_0 (\Delta \delta_0), \end{cases}$$

nous trouvons que $\cos \alpha_0 (\Delta x_0) + \sin \alpha_0 (\Delta y_0) = - \sin \delta_0 (\Delta \delta_0)$. Alors l'équation (12) se transformera en celle-ci

$$\cos \delta \cos(\alpha - \alpha_0) = \cos \delta_0 - \sin \delta_0 (\Delta \delta_0),$$

dont le développement conduit à la formule

$$(14) \quad \delta - \delta_0 = \Delta \delta_0 - \frac{\cot \delta_0}{2} [(\Delta \alpha)^2 + (\Delta \delta)^2],$$

si l'on écrit $\sin \delta_0 \sin(\delta - \delta_0) + \frac{\cos \delta_0 (\Delta \delta)^2}{2}$ au lieu de $\cos \delta_0 - \cos \delta$.

Mais si l'on fait, avec Oppolzer,

$$\cos \delta - \cos \delta_0 = - 2 \sin \delta_0 \sin \frac{1}{2}(\delta - \delta_0),$$

ce qui suppose qu'on peut remplacer $\sin \frac{1}{2}(\delta + \delta_0)$ par δ_0 , on aura la formule (14), sans le terme en $(\Delta \delta)^2$, c'est-à-dire la relation (9).

Il reste encore à expliquer le terme en $(\Delta s)^2$. Nous l'aurons, si dans la formule (12), au lieu de $\cos \delta_0$, nous écrivons $\cos \delta_0 \cos(\Delta s)$, conformément à l'équation rigoureuse (11); cela n'implique aucune

contradiction, parce que nous savons déjà que, dans les expressions (13), les quantités du deuxième ordre sont omises.

En résumé, j'avoue qu'Oppolzer et moi avons fait une double erreur en acceptant la formule (9) :

1^{re} En ce que nous avons posé, « pour les étoiles polaires »,

$$\sin \frac{\delta + \delta_0}{2} = \sin \delta_0;$$

2^o En ce que nous avons, dans l'expression exacte (12), remplacé les valeurs de Δx_0 et Δy_0 par des valeurs approchées.

Je pense qu'on ne peut pas faire un tel reproche à la déduction des formules (7') et (8'), qui sont fondées sur la considération d'un triangle sphérique de dimensions quelconques.

SUR UNE FORME GÉOMÉTRIQUE DES EFFETS DE LA RÉFRACTION DANS LE MOUVEMENT DIURNE;

PAR M. L.-J. GRUEY.

[Suite et fin (1).]

§ II. — APPLICATION AUX OBSERVATIONS ÉQUATORIALES.

7. Les considérations précédentes cessent d'être exactes lorsque l'étoile est très voisine du pôle ou de l'horizon. Mais, en dehors de ces cas exceptionnels qui se rencontrent rarement dans la pratique, elles s'appliquent aux observations équatoriales.

Le micromètre d'une lunette équatoriale se réduit théoriquement à deux fils rectangulaires : le *fil polaire mobile* et le *fil horaire moyen*, le premier réel et le second fictif.

Lorsque l'astre à relever est assez loin de l'horizon pour que l'angle i soit négligeable, on oriente le fil polaire sur le mouvement diurne apparent de l'étoile de comparaison et on le regarde comme orienté sur le mouvement diurne vrai.

Mais si l'astre est voisin de l'horizon, l'angle i n'est plus négligeable et l'on a généralement l'habitude d'orienter alors le fil polaire sur le mouvement factice qu'on donne à l'étoile dans le champ,

(1) Voir le *Bulletin*, t. V, p. 91.

en faisant varier rapidement, par quelques légers coups de manette, l'angle horaire de la lunette, fixée d'ailleurs en distance polaire. Par cette manœuvre, on cherche encore à orienter le fil sur le mouvement diurne vrai, mais on n'y parvient que si l'axe horaire de la lunette est bien rectifié ou pointé sur le pôle.

Cette rectification est longue, pénible et même peu précise pour la plupart des équatoriaux dont les vis de réglage ne sont pas très soignées ni très maniables. En outre, elle doit être répétée fréquemment, à cause de l'instabilité des lunettes équatoriales. Bien des discordances entre les positions d'un même astre, voisines de l'horizon et relevées par des instruments divers, proviennent probablement d'une rectification défectueuse.

Aussi nous semble-t-il bon, surtout pour les petits équatoriaux, d'abandonner entièrement l'orientation du fil polaire sur le mouvement diurne vrai au moyen de la manette horaire, lorsqu'il s'agit d'observer près de l'horizon et d'orienter ce fil, *dans tous les cas*, sur le mouvement diurne apparent de l'étoile de comparaison; sauf à ramener, par le calcul, l'observation à ce qu'elle eût été avec un fil orienté sur le mouvement diurne vrai.

De cette manière, on remplacera la rectification de l'instrument, ou tout au moins sa vérification : c'est-à-dire une manœuvre d'exactitude douteuse, impossible au moment de l'observation pour lequel elle serait le plus nécessaire, prenant un temps quelquefois précieux, par une simple correction numérique d'exactitude certaine et facile à trouver dans une Table construite à l'avance, une fois pour toutes, en chaque observatoire. On éliminera ainsi, totalement et d'un seul coup, les nombreux défauts d'installation, de rigidité, de stabilité d'un équatorial, dont les cercles gradués n'auront plus dès lors d'autre objet que le calage.

8. Soient

$\Delta\alpha$, $\Delta\delta$ les différences exactes, en ascension droite et distance polaire, entre l'astre observé et l'étoile de comparaison, formées dans le sens *astre — étoile*;

$\Delta'\alpha$, $\Delta'\delta$ les différences, évaluées dans le même sens et observées avec un micromètre dont le fil polaire est orienté sur le mouvement diurne apparent de l'étoile;

$\delta_1 \alpha, \delta_1 \varphi$ les corrections nécessaires sur $\Delta' \alpha, \Delta' \varphi$ pour ramener ces observations à ce qu'elles eussent été avec un fil polaire orienté sur le mouvement diurne vrai;

$\delta_2 \alpha, \delta_2 \varphi$ les corrections ordinaires pour ramener au vide $\Delta' \alpha, \Delta' \varphi$ comme si ces différences avaient été obtenues avec un fil polaire orienté sur le mouvement diurne vrai.

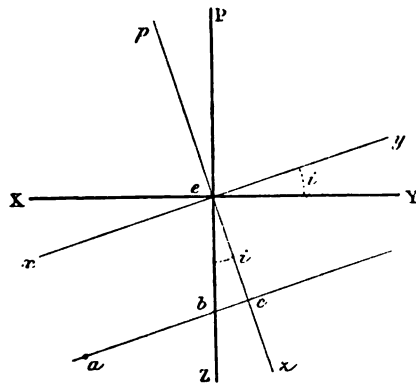
Les deux sortes de corrections étant très petites, on a évidemment

$$(27) \quad \Delta \alpha = \Delta' \alpha + \delta_1 \alpha + \delta_2 \alpha,$$

$$(28) \quad \Delta \varphi = \Delta' \varphi + \delta_1 \varphi + \delta_2 \varphi.$$

Nous n'avons pas à nous occuper ici des corrections habituelles,

Fig. 4.



bien connues, $\delta_2 \alpha, \delta_2 \varphi$, et il nous suffira d'établir les formules qui donnent $\delta_1 \alpha, \delta_1 \varphi$.

Soient, sur la sphère céleste, au moment d'une comparaison, a (fig. 4) la position de l'astre, e celle de l'étoile; xy, abc la direction commune de leurs mouvements apparents et du fil polaire; pec celle du fil horaire fictif mené par e perpendiculairement à xy ou parallèlement au mouvement de translation que le fil polaire peut recevoir dans le champ de la lunette.

La durée $\Delta' \alpha$ est le temps que l'astre met à parcourir l'arc ac et la différence $\Delta' \varphi$ est mesurée par l'arc ec . La vitesse du mouve-

ment diurne apparent de α étant ν , on a donc

$$(29) \quad \Delta' \alpha = \frac{1}{\nu} ac, \quad \Delta' \mathcal{Q} = ec.$$

Menons par e le parallèle et le cercle horaire vrais XY et PbZ , faisant respectivement avec xy et pz le même angle i .

Si le fil polaire était dirigé, non suivant xy , mais suivant XY , on trouverait pour différence d'ascension droite le temps mis par l'astre à parcourir l'arc ab et pour différence de distance polaire l'arc eb . On a donc

$$(30) \quad \Delta' \alpha + \delta_1 \alpha = \frac{1}{\nu} ab, \quad \Delta' \mathcal{Q} + \delta_1 \mathcal{Q} = eb$$

et, en retranchant les équations (29) des équations (30) correspondantes,

$$\delta_1 \alpha = -\frac{1}{\nu} bc, \quad \delta_1 \mathcal{Q} = eb - ec = eb - \Delta' \mathcal{Q}.$$

Mais le triangle ebc étant très petit et considéré comme rectiligne, rectangle en c , donne

$$bc = \Delta' \mathcal{Q} \operatorname{tang} i, \quad eb = \Delta' \mathcal{Q} \sec i;$$

d'où

$$\delta_1 \alpha = -\frac{1}{\nu} \operatorname{tang} i \Delta' \mathcal{Q}, \quad \delta_1 \mathcal{Q} = (\sec i - 1) \Delta' \mathcal{Q}.$$

Si nous négligeons le carré de la réfraction, K^2 , dans $\delta_1 \alpha$, $\delta_1 \mathcal{Q}$, nous devons réduire à $\sin \mathcal{Q}$ l'expression (19) de ν , remplacer $\operatorname{tang} i$ par l'expression (20) de i et $(\sec i - 1)$ par zéro. Si, de plus, nous supposons $\Delta' \mathcal{Q}$, $\delta_1 \mathcal{Q}$ exprimés en secondes d'arc et $\delta_1 \alpha$ en secondes de temps, nous arrivons aux formules définitives

$$(31) \quad \delta_1 \alpha = -\frac{1}{15} i \cos \mathcal{Q} \Delta' \mathcal{Q}, \quad \delta_1 \mathcal{Q} = 0.$$

La figure qui a servi à l'établissement de ces formules suppose les nombres i , $\Delta' \alpha$, $\Delta' \mathcal{Q}$ tous trois positifs. Il est facile de s'assurer qu'elles sont toujours vraies dans l'un quelconque des sept autres cas que peuvent présenter les signes de ces nombres.

Il est aisé de réduire la formule (31), pour $\Delta' \mathcal{Q} = 10'$, en une Table II, aux arguments i et $\mathcal{Q}$, applicable dans tous les observatoires. Lorsque $\Delta' \mathcal{Q}$ sera différent de $10'$, une simple proportion permettra de conclure la valeur cherchée pour $\delta_1 \alpha$ de la valeur tabulaire correspondante aux mêmes arguments.

TABLE II.

$\delta_1 \alpha$.

correction $\delta_1 \alpha$ est prise avec le signe + ou — suivant que i et $\Delta' \mathcal{Q}$ sont ou non de signes contraires. Elle répond à $\Delta' \mathcal{Q} = 10'$ et est exprimée en secondes de temps.

		<i>i.</i>															
α		0'	1'	5'	10'	15'	20'	25'	30'	35'	40'	45'	50'	55'	60'		
0	<i>s</i>	0,00	0,07	0,33	0,67	1,01	1,34	1,68	2,01	2,35	2,68	3,01	3,35	3,69	4,01	170	
15	<i>s</i>	0,04	0,23	0,45	0,68	0,90	1,13	1,35	1,58	1,80	2,03	2,25	2,48	2,70	3,00	165	
30	<i>s</i>	0,03	0,17	0,34	0,51	0,68	0,85	1,02	1,19	1,36	1,53	1,70	1,87	2,04	2,30	160	
45	<i>s</i>	0,03	0,14	0,28	0,41	0,55	0,69	0,83	0,97	1,10	1,24	1,38	1,52	1,66	1,88	155	
60	<i>s</i>	0,02	0,12	0,23	0,35	0,46	0,58	0,70	0,81	0,93	1,05	1,16	1,28	1,39	1,58	150	
75	<i>s</i>	0,02	0,10	0,20	0,30	0,40	0,51	0,61	0,71	0,81	0,91	1,01	1,11	1,21	1,40	145	
90	<i>s</i>	0,02	0,09	0,18	0,27	0,36	0,45	0,54	0,64	0,73	0,82	0,91	1,00	1,09	1,30	140	
105	<i>s</i>	0,02	0,08	0,17	0,25	0,33	0,41	0,49	0,58	0,66	0,74	0,82	0,91	0,99	1,20	135	
120	<i>s</i>	0,02	0,08	0,15	0,23	0,30	0,38	0,46	0,53	0,61	0,68	0,76	0,84	0,91	1,10	130	
135	<i>s</i>	0,01	0,07	0,14	0,21	0,28	0,36	0,43	0,50	0,57	0,64	0,71	0,78	0,85	1,05	125	
150	<i>s</i>	0,01	0,07	0,13	0,20	0,27	0,34	0,40	0,47	0,54	0,61	0,67	0,74	0,81	1,00	120	
165	<i>s</i>	0,01	0,06	0,13	0,19	0,26	0,32	0,39	0,45	0,51	0,58	0,64	0,71	0,77	0,95	115	
180	<i>s</i>	0,01	0,06	0,12	0,19	0,25	0,31	0,37	0,43	0,50	0,56	0,62	0,68	0,74	0,90	110	
195	<i>s</i>	0,01	0,06	0,12	0,18	0,24	0,30	0,36	0,41	0,48	0,54	0,60	0,66	0,72	0,85	105	
210	<i>s</i>	0,01	0,06	0,12	0,18	0,24	0,30	0,35	0,41	0,47	0,53	0,59	0,65	0,71	0,85	100	
225	<i>s</i>	0,01	0,06	0,12	0,18	0,23	0,29	0,35	0,41	0,47	0,53	0,58	0,64	0,70	0,85	95	
240	<i>s</i>	0,01	0,06	0,12	0,17	0,23	0,29	0,35	0,41	0,47	0,52	0,58	0,64	0,70	0,85	90	

9. Si l'on remplace i par sa valeur (20), dans (31), on a

$$(32) \quad \delta_1 \alpha = - \frac{K}{15} \tan \varphi \cos^2 \mathcal{Q} \cos^2 \psi \sec^2 (\mathcal{Q} - \psi) \sin t \Delta' \mathcal{Q}.$$

Pour chaque observatoire, de colatitude connue φ , et pour $\Delta' \mathcal{Q} = 10'$, on peut transformer la formule (32) en une Table à double entrée, aux arguments $\mathcal{Q}$ et t , qui, grâce à une simple réduction proportionnelle lorsque $\Delta' \mathcal{Q}$ diffère de $10'$, permettra de trouver immédiatement $\delta_1 \alpha$, dans tous les cas.

La Table III suivante a été calculée pour la colatitude de l'observatoire de Besançon, $\varphi = 42^\circ 46'$, et peut donner une idée de la grandeur de $\delta_1 \alpha$ pour les latitudes voisines de 45° .

Il est clair qu'elle tient lieu, relativement à $\delta_1 \alpha$, des Tables I réunies et qu'elle peut servir à leur vérification.

TABLE III.

 $\delta_1 \alpha$.

La correction $\delta_1 \alpha$ est prise avec le signe + ou - suivant que t et $\Delta' \mathcal{Q}$ sont non de signes contraires. Elle répond à $\Delta' \mathcal{Q} = 10'$ et est exprimée en seco de temps.

		t.												
Q.		0 ^h	1 ^h	2 ^h	3 ^h	4 ^h	5 ^h	6 ^h	7 ^h	8 ^h	9 ^h	10 ^h	11 ^h	12 ^h
10	"	0,07	0,14	0,20	0,27	0,32	0,36	0,38	0,37	0,33	0,24	0,13	0,01	0,00
20	"	0,02	0,03	0,05	0,07	0,08	0,10	0,12	0,13	0,13	0,10	0,06	0,03	0,01
30	"	0,01	0,01	0,02	0,03	0,04	0,06	0,07	0,09	0,10	0,10	0,06	0,03	0,01
40	"	0,00	0,01	0,01	0,02	0,03	0,04	0,07	0,10	0,15	0,21	0,17	0,11	0,06
45	"	0,00	0,01	0,01	0,02	0,03	0,04	0,07	0,13	0,26	0,52			
50	"	0,00	0,01	0,01	0,02	0,03	0,04	0,08	0,19	0,61				
55	"	0,00	0,01	0,01	0,02	0,03	0,05	0,11	0,34					
60	"	0,00	0,00	0,01	0,02	0,03	0,06	0,16						
65	"	0,00	0,00	0,01	0,02	0,03	0,07	0,30						
70	"	0,00	0,00	0,01	0,02	0,04	0,10	0,80						
75	"	0,00	0,01	0,01	0,02	0,05	0,17							
80	"	0,00	0,01	0,01	0,02	0,06	0,33							
85	"	0,00	0,01	0,01	0,03	0,10								
90	"	0,00	0,01	0,02	0,04	0,18								
95	"	0,00	0,01	0,03	0,07	0,41								
100	"	0,01	0,01	0,03	0,13									
105	"	0,01	0,02	0,06	0,25									
110	"	0,01	0,04	0,11										
115	"	0,02	0,07	0,28										
120	"	0,05	0,17											
125	"	0,14												

10. On sait que

$$(33) \quad \delta_2 \alpha = \frac{K}{15} \cos \sec^2 \mathcal{Q} \sin \psi \sec^2 (\mathcal{Q} - \psi) \cos (2\mathcal{Q} - \psi) \tan g t \Delta' \mathcal{Q}.$$

Si l'on désigne par s la correction totale ($\delta_1 \alpha + \delta_2 \alpha$) que doit avoir l'observation $\Delta' \alpha$, on aura, en ajoutant (32) et (33) membre à membre et faisant quelques simplifications évidentes

$$(34) \quad s = - \frac{2}{15} K \cos \sec \mathcal{Q} \sin \psi \sin (\mathcal{Q} - \psi) \sec^2 (\mathcal{Q} - \psi) \tan g t \Delta' \mathcal{Q}.$$

Pour les réductions courantes d'un observatoire, il sera avantageux de construire avant tout, avec $\Delta' \varpi = 10'$, une Table des valeurs de s , aux arguments t et ϖ , qui permettra de corriger $\Delta' z$ d'un seul coup.

11. Cette Table des valeurs de s suffira généralement. Toutefois les Tables I et III peuvent devenir indispensables dans certains cas exceptionnels.

1° Si de rares et courtes éclaircies du ciel ou si le lever imminent soit de la Lune, soit du Soleil ne laissent à l'observateur que le temps strictement nécessaire à quelques comparaisons, il fera bien de ne pas perdre des instants précieux à orienter exactement le fil polaire sur le mouvement diurne apparent de l'étoile. Il devra se contenter d'une orientation rapide et approchée dont il mesurera immédiatement la valeur δi en pointant l'étoile de son entrée à sa sortie du champ, notant la seconde sidérale de chaque pointé, pour procéder aux comparaisons aussitôt après.

δi , compté dans le même sens que i , se tirera de la relation évidente

$$(35) \quad p - p_m = (t - t_m) \sin \varpi \delta i,$$

dans laquelle p_m et t_m désignent les moyennes arithmétiques des pointés individuels p faits sur l'étoile, avant toute comparaison, et des époques sidérales correspondantes. On aura autant d'équations (35) que de pointés et, si on les ajoute membre à membre, après avoir rendu positifs tous les coefficients de δi , il viendra

$$(36) \quad \delta i = \pm \cos \varpi \frac{\sum (p - p_m)}{\sum (t - t_m)} + \begin{matrix} \text{tête de vis au Nord} \\ \text{Sud} \end{matrix},$$

en supposant croissante la lecture de la vis micrométrique lorsque le fil mobile se rapproche de la tête.

L'angle I du fil avec le mouvement diurne apparent

$$(37) \quad I = i + \delta i$$

sera connu par la Table (I) qui fournit i et la formule (36) qui donne δi .

En prenant I et ϖ pour arguments, la Table II donne la correction $\delta_1 z$ des comparaisons. La correction $\delta_2 z$ se tirera des Tables ordinaires de réfraction pour l'équatorial.

2° Lorsqu'on a le temps et le désir de faire un grand nombre de comparaisons sans désemperer, on oriente d'abord le fil polaire exactement sur le mouvement diurne apparent de l'étoile. On fait les comparaisons et l'on termine en mesurant δi , comme il vient d'être dit, pour reconnaître si le fil n'a pas été désorienté peu à peu dans le cours prolongé de la série, à cause soit de la variation naturelle de i , soit de l'erreur de rectification de l'axe horaire de la lunette.

Partie de zéro, si la *désorientation* δi est finalement sensible, elle a pris pour chaque comparaison ou groupe de comparaisons une valeur aisément calculable par interpolation. Avec cette valeur et celle correspondante de i fournie par la Table I, on formera $I = i + \delta i$ pour chaque comparaison ou groupe de comparaisons, dont l'erreur $\delta_1 \alpha$ se tirera de la Table III avec I et φ pour arguments. $\delta_2 \alpha$ se tirera des Tables ordinaires.

3° On procédera de la même manière, si la série, quoique relativement courte, est faite très près de l'horizon, parce qu'alors les variations de i sont rapides. On fera même bien, dans ce cas, de mesurer δi au commencement et à la fin des comparaisons pour l'interpoler plus sûrement.

12. Les Tables I, II, III, données précédemment comme spécimen, ont été calculées, sur mes formules, par M. Lebeuf, aide-astronome à l'observatoire de Besançon. A la limite même de ces Tables, comme au delà de cette limite répondant à une hauteur de 5° au-dessus de l'horizon, l'interpolation n'est plus permise et le calcul direct de la quantité qu'elles représentent s'impose nécessairement, en prenant pour K une valeur convenable, de plus en plus petite que $58'',3$ à mesure que les valeurs de t , φ employées dans le calcul correspondent à un point du ciel de plus en plus bas.

Pour éviter ce calcul direct, il faudrait construire, à partir d'une hauteur de 5° , avec des valeurs convenablement décroissantes de K , des Tables supplémentaires dont les arguments croîtraient assez lentement pour que l'interpolation fût toujours possible.

§ III.

Dans ce dernier paragraphe, nous présentons l'application numérique des deux premiers à quelques séries d'observations, faites à

l'équatorial de 8 pouces, de Besançon, sur quatre couples d'étoiles, voisines en positions et en grandeur. Ils ont été observés, les trois premiers par M. Hérique et le quatrième par M. Brück. Jusqu'ici, le mauvais état persistant du ciel ne nous a pas permis d'en observer d'autres.

Voici les Tableaux de réduction de ces observations, conformément à la théorie et à la notation précédentes. Nous y désignons, en outre, par g la grandeur moyenne des étoiles du couple; par p la moyenne de leurs distances polaires; par e les écarts entre les valeurs individuelles de Δz , $\Delta \varphi$, trouvées pour différentes valeurs de t , et les moyennes Δz_m , $\Delta \varphi_m$ de ces valeurs.

Premier couple.

Observé le 3 octobre 1887, sur champ obscur, avec gros fils.

Étoiles anonymes, $g = 9,5$, $p = 72^{\circ} 15'$.

t	$-6^h 5^m$	$-2^h 40^m$	$+0^h 11^m$
$\Delta' z$	$-5^m 33^s,47$	$-5^m 32^s,62$	$-5^m 32^s,71$
$\Delta' \varphi$	$+11' 16'',1$	$+11' 18'',7$	$+11' 18'',7$
∂_i	$-23.47''$	$0.00''$	$-1.23''$
i	-10.47	-0.39	$+2$
l	-34.34	-0.39	-1.21
$\Delta' z$	$-5.33,47^m$	$-5.32,62^m$	$-5.32,71^m$
$\partial_1 z$	$+0,41$	$+0,01$	$+0,01$
$\partial_2 z$	$+0,15$	$0,00$	$0,00$
Δz	$-5.32,91$	$-5.32,61$	$-5.32,70$
Δz_m	$-5.32,74$	$-5.32,74$	$-5.32,74$
e	$+0,17$	$-0,13$	$-0,04$
$\Delta' \varphi$	$+11.16'',1$	$+11.18'',7$	$+11.18'',7$
$\partial_1 \varphi$	$0,0$	$0,0$	$0,0$
$\partial_2 \varphi$	$+2,3$	$+0,3$	$+0,2$
$\Delta \varphi$	$+11.18,4$	$+11.19,0$	$+11.18,9$
$\Delta \varphi_m$	$+11.18,8$	$+11.18,8$	$+11.18,8$
e	$+0,4$	$-0,2$	$-0,1$

Deuxième couple.

Observé le 4 octobre 1887, sur champ obscur, avec gros fils.

Étoiles anonymes, $g = 9,5$, $p = 70^{\circ}17'$.

l	$-6^h 7^m$	$-3^h 39^m$	$+0^h 8^m$
$\Delta' \alpha$	$-3^m 4^s, 71$	$-3^m 4^s, 03$	$-3^m 3^s, 87$
$\Delta' \varrho$	$+14' 8'', 7$	$+14' 11'', 8$	$+14' 12'', 2$
δl	$-14'.44''$	$-2'.43''$	$-1'.57''$
i	-9.13	-1.4	$+1$
l	-23.57	-3.47	-1.56
$\Delta' \alpha$	$-3^m 4^s, 71$	$-3^m 4^s, 03$	$-3^m 3^s, 87$
$\delta_1 \alpha$	$+0,30$	$+0,05$	$+0,02$
$\delta_2 \alpha$	$+0,14$	$+0,01$	$0,00$
$\Delta \alpha$	$-3.4,27$	$-3.3,97$	$-3.3,85$
$\Delta \alpha_m$	$-3.4,03$	$-3.4,03$	$-3.4,03$
e	$+0,24$	$-0,06$	$-0,18$
$\Delta' \varrho$	$+14'.8'', 7$	$+14'.11'', 8$	$+14'.12'', 2$
$\delta_1 \varrho$	$0,0$	$0,0$	$0,0$
$\delta_2 \varrho$	$+2,5$	$+0,5$	$+0,3$
$\Delta \varrho$	$+14'.11,2$	$+14'.12,3$	$+14'.12,5$
$\Delta \varrho_m$	$+14'.12,0$	$+14'.12,0$	$+14'.12,0$
e	$+0,8$	$-0,3$	$-0,5$

Troisième couple.

Observé le 10 janvier 1888, sur champ éclairé, avec fils d'araignée.

Étoiles 807 et 848 Weisse II, $g = 8$, $p = 69^{\circ}53'$.

l	$-6^h 36^m$	$-5^h 30^m$	$-4^h 7^m$
$\Delta' \alpha$	$-1^m 23^s, 68$	$-1^m 22^s, 92$	$-1^m 22^s, 59$
$\Delta' \varrho$	$+19' 51'', 9$	$+19' 55'', 6$	$+19' 57'', 1$
δl	$+1'.33,5$	$+1.44,4$	$-2,9$
i	$-20.27,2$	$-4.11,8$	$-1.27,9$
l	$-18.53,7$	$-2.27,4$	$-1.30,8$

$\Delta' z$	— $1^m 23^s,68$	— $1^m 22^s,92$	— $1^m 22^s,59$
$\delta_1 z$	+ 0,48	+ 0,06	+ 0,04
$\delta_2 z$	+ 0,43	+ 0,08	+ 0,02
Δz	— 1.22,77	— 1.22,78	— 1.22,53
Δz_m	— 1.22,69	— 1.22,69	— 1.22,69
c	+ 0,08	+ 0,09	— 0,16
$\Delta' \varphi$	+19.51,9	+19.55,6	+19.57,1
$\delta_1 \varphi$	0,0	0,0	0,0
$\delta_2 \varphi$	+ 8,0	+ 1,7	+ 0,7
$\Delta \varphi$	+19.59,9	+19.57,3	+19.57,8
$\Delta \varphi_m$	+19.58,3	+19.58,3	+19.58,3
c	— 1,6	+ 1,0	+ 0,5

Le Catalogue Weisse II donne : $\Delta z = -1^m 22^s,70$, $\Delta \varphi = +19^m 58^s,2$.

Quatrième couple.

Observé le 27 décembre 1887, sur champ éclairé, avec fils d'araignée.

Étoiles 12 et 45 Paris, $g = 8$, $p = 84^s 1'$.

ℓ	+5 ^h 12 ^m	$\delta_1 z$	+0,29
$\Delta' z$	—1 ^m 20 ^s ,94	$\delta_2 z$	+0,19
$\Delta' \varphi$	—15' 37 ^s ,6	Δz	—1 ^m 20 ^s ,46
$\delta_1 i$	—15' 30 ^s	$\delta_1 \varphi$	0,0
i	— 9' 20 ^s	$\delta_2 \varphi$	+ 2 ^s ,3
l	—24' 50 ^s	$\Delta \varphi$	—15' 35 ^s ,3

Le Catalogue Paris donne : $\Delta z = -1^m 20^s,58$, $\Delta \varphi = -15' 33^s,9$.

Ces Tableaux s'expliquent d'eux-mêmes et, pour terminer, nous ferons seulement quelques remarques très courtes sur chacun d'eux.

1^{er} couple. — La première comparaison a été faite, près de l'horizon, avec un fil grossièrement orienté. Elle est donnée comme exemple d'une observation pour laquelle on dispose, tout au plus, de quelques minutes qu'il serait imprudent de perdre dans une longue et rigoureuse orientation du fil (n° 14).

La deuxième comparaison a été faite avec un fil soigneusement orienté.

La troisième comparaison a été faite très près du méridien et avec une orientation très approchée du fil.

Les écarts individuels entre ces trois comparaisons corrigées et leur moyenne arithmétique sont à peine de l'ordre des erreurs possibles avec l'emploi de gros fils micrométriques sur champ obscur.

2° *couple*. — Il n'a été observé que pour confirmer les résultats du premier.

3° *couple*. — Il montre bien la précision qu'on peut atteindre, même très près de l'horizon, dans les observations courantes, en suivant notre méthode d'orienter le fil.

4° *couple*. — Il n'a été fait sur ce couple qu'une seule observation voisine de l'horizon.

Si, toutes choses égales d'ailleurs, on observait les mêmes couples près de l'horizon avec un fil orienté à coups de manette, on pourrait commettre, généralement sans pouvoir les connaître ni les corriger, des erreurs bien supérieures à $\delta_1 \alpha$, à moins que l'équatorial employé ne fût très bien rectifié ou très stable, conditions difficiles à remplir et à surveiller en temps opportun.

ANNONCE.

« M. F. K. Ginzel prie MM. les observateurs qui auraient encore des observations inédites de la comète Olbers (1887 V), de vouloir bien les lui adresser à l'observatoire de Berlin (Lindenstrasse, 91). »

ATIONS DES PLANÈTES (106), (177), (207), (230), (236), (252), (261), (272), (273)
ET DE LA COMÈTE SAWERTHAL,

FAITES A L'OBSERVATOIRE DE NICE (équatorial de Gautier, de 0^m,38 d'ouverture);

PAR M. CHARLOIS.

T. m. de Nice.	$\Delta R.$	$\Delta \varphi.$	N. dec.	R app.	log. f. p	φ app.	log. f. p.	★
(106).								
9. 10.53.48	+2.45,56	+1.56,8	5 12.57. 9,33	1,370 n	90.37. 0,6	0,793 n	1	
2. 10.50.18	+2.22,69	-2.25,4	5 12.55. 6,71	1,338 n	90.24.30,2	0,792 n	2	
(177).								
3. 8.17.14	-4.17,80	-5.58,2	5 9.21.11,76	1,400 n	73.38.23,3	0,642 n	3	
(207).								
19. 11.30.38	-1.52,11	-3.10,8	5 12.57.51,94	1,243 n	93.33.34,0	0,813 n	4	
22. 11.17.40	-2. 7,21	-2.48,5	5 12.55. 8,01	1,236 n	93.21.50,5	0,812 n	5	
(230).								
3. 10.24.13	+1.38,50	+0.45,1	5 11. 1.17,40	1,301 n	99.42. 6,5	0,848 n	6	
3. 11.41.32	-2. 8,78	+1.46,0	5 10.59.24,32	2,610 n	99.28.57,2	0,853 n	7	
6. 11.16.42	+1.35,14	-1.14,2	5 10.58.30,44	2,894 n	99.22.26,0	0,852 n	8	
(236).								
7. 9.41.25	+0. 9,39	-5.28,3	5 10.15. 3,52	1,218 n	84.42. 3,0	0,745 n	9	
8. 10. 8. 6	-0.34,45	-11.48,4	6 10.14.19,68	1,037 n	84.35.42,9	0,742 n	9	
22. 8.12.41	+0.20,31	-2.43,2	6 10. 5.40,33	1,302 n	83.14.18,5	0,734 n	10	
(252).								
3. 11. 5.17	+0.58,17	-6.46,4	6 11.29.38,99	1,245 n	94.47.51,5	0,821 n	11	
5. 12.16. 9	+1. 2,86	-4. 7,2	5 11.28.15,64	2,467 n	94.35.49,8	0,822 n	12	
7. 10.14.17	+1. 2,48	+6.36,7	5 11.26.56,94	1,361 n	94.24.18,2	0,816 n	13	
10. 9.39.10	+0. 5,73	+1.21,1	6 11.24.53,99	1,430 n	94. 5.47,2	0,813 n	14	
17. 12.22. 1	-0.47,34	-2.28,6	5 11.20. 1,47	2,934	93.19.29,3	0,813 n	15	
(261).								
19. 10.12.20	+0.28,81	+1.10,6	5 12.26.51,56	1,403 n	85.30.38,4	0,757 n	16	
22. 9.38.29	+1.31,97	+12.44,0	5 12.24. 8,99	1,430 n	85.11.48,8	0,756 n	17	

Dates. T. m. de Nice. ΔR . $\Delta \varphi$. N. dec. R app. log. f. p. φ app.

(272).

1888.		h	m	s	m	s		h	m	s										
MARS	3.	9.	3.	48	-3.	13,66	+0.	49,8	5	9.	36.	44,64	1,309	n	69.	0.	41,9	c		
	5.	8.	29.	48	+2.	24,62	-4.	46,5	6	9.	35.	17,66	1,393	n	68.	57.	21,4	c		
	6.	10.	8.	21	+1.	39,31	-6.	18,8	6	9.	34.	32,34	2,719	n	68.	55.	49,0	c		
	7.	9.	3.	10	+1.	0,24	-7.	34,7	6	9.	33.	53,26	1,231	n	68.	54.	33,0	c		
	8.	9.	33.	44	+1.	46,25	+2.	11,0	6	9.	33.	12,78	1,012	n	68.	53.	25,7	c		
	10.	8.	5.	54	+0.	32,89	+0.	23,1	7	9.	31.	59,40	1,396	n	68.	51.	37,7	c		
	12.	9.	23.	44	-0.	39,31	-0.	52,7	4	9.	30.	47,19	2,937	n	68.	50.	21,7	c		
	13.	8.	22.	19	-1.	10,60	-1.	16,6	6	9.	30.	15,89	1,293	n	68.	49.	57,8	c		
	15.	10.	56.	14	+2.	56,70	-5.	6,6	5	9.	29.	10,52	1,096		68.	49.	38,7	o		
	17.	8.	5.	41	-0.	1,88	+2.	37,1	8	9.	28.	18,58	1,288	n	68.	49.	50,4	c		
	19.	12.	14.	21	+1.	10,76	+6.	34,8	5	9.	27.	25,68	1,470		68.	50.	46,2	o		

(273).

MARS	9.	12.	53.	46	-0.	3,26	-0.	24,5	8	10.	30.	7,20	1,252		79.	10.	56,4	o		
	10.	9.	8.	18	-2.	47,98	+2.	33,0	5	10.	29.	25,26	1,359	n	78.	59.	41,1	c		
	12.	8.	32.	4	-3.	38,00	-3.	17,1	4	10.	27.	50,86	1,432	n	78.	33.	41,8	c		
	13.	9.	40.	22	+1.	24,14	+4.	35,3	5	10.	27.	1,91	1,172	n	78.	20.	8,3	o		

•◀ Sawerthal.

MARS	14.	17.	30.	17	+4.	48,97	-3.	34,9	1	21.	5.	56,58	1,601	n	109.	28.	33,8	c		
	19.	17.	29.	43	+0.	52,02	+7.	7,7	7	21.	22.	25,08	1,581	n	102.	16.	11,7	c		
	21.	17.	1.	33	+0.	6,06	-2.	11,6	6	21.	28.	48,98	1,600	n	99.	32.	54,3	c		

Positions des étoiles de comparaison.

*	Gr.	R moy. 1888,0.	Réd. au j.	φ moy. 1888,0.	Réd. au j.	Autorités.
1.	7,5	12.54.22,73	+1,04	90.34.58,0	+5,8	Glasgow cat. 3293.
2.	8	12.52.42,95	+1,07	90.26.49,7	+5,9	Glasgow cat. 3286.
3.	7,5	9.25.28,70	+0,86	73.44.14,0	+7,5	B. B., t. VI + 16°, 198
4.	9,6	12.59.43,00	+1,05	93.36.39,4	+5,4	Lamont, 1483.
5.	9	12.57.14,14	+1,08	93.24.33,4	+5,6	$\frac{1}{2}$ (Lam, 1478 + Schjel
6.	8	10.59.37,82	+1,08	99.11.14,1	+7,3	Lamont, 912.
7.	8	11.1.32,02	+1,08	99.27.3,7	+7,5	$\frac{1}{2}$ (Lam, 920 + W ₁ 108
8.	7	10.56.54,21	+1,09	99.23.32,5	+7,7	$\frac{1}{2}$ (Lam, 902 + W ₁ 992
9.	8	10.14.53,18	+0,95	84.47.22,9	+8,4	$\frac{1}{2}$ (Schj. 3786 + 2 obs. P
9.	8	"	+0,95	"	+8,4	Id.
10.	8	10.5.19,15	+0,87	83.16.53,3	+8,4	Glasgow cat. 2638.

R moy. 1888,0. h m s	Réd. au J. s	Q moy. 1888,0. s ' "	Réd. au J. "	Autorités.
11.28.39,81	+1,01	94.54.31,4	+6,5	$\frac{1}{3}$ (Glasg. 2985 + Lam ₃ 1157 + W ₁ 462).
) 11.27.11,75	+1,03	94.39.50,2	+6,8	Lamont ₃ 1149.
) 11.25.53,42	+1,04	94.17.34,5	+7,0	$\frac{1}{2}$ (Lam ₃ 1138 + W ₁ 413).
,5 11.24.47,20	+1,06	94. 4.18,8	+7,3	$\frac{1}{2}$ (Lam ₃ 1131 + W ₁ 398).
,6 11.20.47,73	+1,08	93.21.50,0	+7,9	Lamont ₃ 1118.
3 12.26.21,71	+1,04	85.29.21,2	+6,6	Lamont ₂ 947.
7 12.22.35,96	+1,06	84.58.58,2	+6,6	Glasgow cat. 3178.
,5 9.39.57,41	+0,89	68.59.45,3	+6,8	$\frac{1}{2}$ (Weisse ₂ 804-805).
9 9.32.52,17	+0,87	69. 2. 1,2	+6,7	$\frac{1}{2}$ (Weisse ₂ 659-660).
9 " "	+0,86	" "	+6,6	Id.
9 " "	+0,85	" "	+6,5	Id.
9 9.31.25,67	+0,86	68.51. 8,3	+6,4	$\left\{ \begin{array}{l} \text{B. B., t. IV} + 21^{\circ}, 2065 \text{ (2 obs.} \\ \text{mérid.).} \end{array} \right.$
9 " "	+0,84	" "	+6,3	Id.
9 " "	+0,83	" "	+6,1	Id.
9 " "	+0,82	" "	+6,1	Id.
,5 9.26.13,03	+0,79	68.54.39,4	+5,9	An., rapp. à B. B., t. VI + 21°, 2056.
,5 9.28.19,67	+0,79	68.47. 7,6	+5,7	B. B., t. VI + 21°, 2056.
9 9.26.14,14	+0,78	68.44. 5,8	+5,6	$\frac{1}{2}$ (Weisse ₂ 508-509).
11 10.30. 9,50	+0,96	79.11.13,2	+7,7	Anonyme, rapp. à W ₁ 439.
9 10.32.12,28	+0,96	78.57.10,4	+7,7	B. B., t. VI + 11°, 2257.
9 10.31.27,91	+0,95	78.36.51,3	+7,6	Weisse ₁ 528, h. X.
,5 10.25.36,83	+0,94	78.15.25,4	+7,6	Glasgow cat. 2743.
7 21. 1. 8,95	-1,34	109.32. 7,6	+1,1	Gould 28961, vol. XIV.
7 21.21.34,29	-1,23	102. 9. 0,9	+3,1	$\frac{1}{2}$ (Yarnall 9369 + W ₁ 453).
8 21.28.44,11	-1,19	99.35. 2,1	+3,8	$\frac{1}{2}$ (Schjell. 8739 + W ₁ 633).

REVUE DES PUBLICATIONS ASTRONOMIQUES.

BOHLIN (KARL). — UEBER DIE BEDEUTUNG DES PRINCIPS DER LEBENDIGEN KRAFT FUER DIE FRAGE VON DER STABILITAET DYNAMISCHER SYSTEME (*Acta mathematica*, t. X, 2). Stockholm, 1887, in-4°.

Quel est le rôle du principe des forces vives dans la question de la stabilité des systèmes dynamiques? C'est le point que M. Karl Bohlín a cherché à élucider dans l'intéressante étude que nous avons sous les yeux, et qui a paru, l'année dernière, dans les *Acta mathematica* de M. Mittag-Leffler.

M. Bohlin se borne à considérer le cas où le mouvement a lieu dans un plan, mais en faisant remarquer qu'il est facile d'étendre les mêmes raisonnements à l'espace. Il commence par étudier divers cas particuliers, tels que le mouvement d'un point attiré par un ou deux centres fixes, ou celui d'un point soumis aux attractions d'un centre fixe et d'un corps qui décrit un cercle autour de ce centre (on a encore, dans ce cas, une intégrale analogue à celle des forces vives, pour le mouvement relatif). L'intégrale des forces vives étant de la forme

$$\left(\frac{ds}{dt}\right)^2 = R,$$

la fonction R ne peut devenir négative, et l'équation $R = 0$ représente la courbe qui délimite le champ des mouvements possibles. La stabilité exige que ce soit une courbe fermée. Dans le cas d'un seul centre d'attraction, cette courbe est un cercle; dans celui de deux centres fixes, c'est une sorte de lemniscate, pourvu que la constante h qui figure dans R soit positive. Dans le troisième cas (centre fixe et centre mobile), l'équation $R = 0$ prend la forme

$$n^2 r^2 + \frac{2m}{r} + \frac{2\mu}{\rho} = h,$$

où r , ρ sont les distances du point aux deux centres d'attraction, sorte que, en désignant par a le rayon du cercle où se meut le centre mobile, on aura toujours

$$a + r > \rho, \quad r + \rho > a, \quad \rho + a > r.$$

Le problème est ici plus compliqué, mais on trouve encore que la stabilité peut être assurée par certaines valeurs de la constante h , au moins dans le voisinage du centre m ou du centre μ , comme M. Bohlin l'a montré, avec plus de détails, dans un Supplément du t. XIII des *Comptes rendus de l'Académie des Sciences de Suède*.

Dans les cas considérés, l'équation $R = 0$ ne renferme que les coordonnées d'un seul point. Il en est encore de même dans un cas particulier du problème des trois corps qu'on obtient en supposant que le point matériel μ se meut le long de l'axe des y , sous l'action de deux corps de masses égales (m) qui décrivent des orbites symétriques par rapport à cet axe. On trouve ici que les distances peuvent devenir infinies dans la direction de l'axe des y , mais que la stabilité peut être réalisée par rapport à l'axe des x . La discussion des conditions de stabilité du système devient plus délicate dans le cas général du problème des trois corps, où l'on trouve des limites inférieures pour les trois distances.

M. Bohlin termine son Mémoire par des considérations sur la libration

en longitude qui résulte de l'existence d'un diviseur nul de la forme $(in - i'n')$, quand les moyens mouvements n, n' sont commensurables. On se trouve ici amené à étudier l'équation

$$\left(\frac{dV}{dt}\right)^2 = \gamma^2 - \alpha^2 \sin^2 V$$

ou, plus généralement, l'équation

$$\left(\frac{Vd}{dt}\right)^2 = F(V),$$

qui a quelque analogie avec l'intégrale des forces vives et se prête à des raisonnements du même genre, si l'équation $F(V) = 0$ a deux racines réelles consécutives (V_0, V_1) , qui imposent deux limites aux variations de V . On montre encore, dans ce cas, que V doit être une fonction périodique.

R. R.

ANNALES DE L'OBSERVATOIRE IMPÉRIAL DE RIO-DE-JANEIRO, publiées par M. Cruls, directeur. Tome III, grand in-4°. Rio-de-Janeiro, Lombaerts et C^{ie}, 1887.

Ce Volume est consacré uniquement aux observations brésiliennes du passage de Vénus de 1882.

L'*Introduction* renferme d'abord l'historique et la marche des préparatifs; elle décrit ensuite l'appareil à passages artificiels employé pour exercer les observateurs et elle indique les raisons qui ont fait préférer à l'observation directe la méthode de projection sur un écran, qui fut employée dans toutes les missions brésiliennes. Enfin, elle reproduit les *Instructions* rédigées par M. Cruls pour guider les observateurs.

Les missions étaient au nombre de quatre, y compris celle de Rio, où devait observer le capitaine de frégate J.-G. de Souza Jacques; mais il ne cessa de pleuvoir pendant toute la durée du passage.

Les observateurs des autres missions étaient :

Saint-Thomas : baron de Telfé, Calheiros da Garça, Indio do Brazil;

Pernambuco : O. Lacaille, da Cunha Louzada, Corrêa dos Santos;

Punta-Arenas : Cruls, E. Midosi, C. Midosi.

L'instrument principal de chaque mission était un équatorial de 0^m,16 d'ouverture. Outre les observations astronomiques, ce Volume renferme, du baron de Telfé, des notes de voyage et des détails intéressants sur l'île Saint-Thomas, son histoire, sa géologie, etc. Il se termine par les notes de voyage de L.-F. de Saldanha da Gama, capitaine commandant la corvette de guerre qui transporta la mission de Punta-Arenas. Enfin M. Cruls a inséré dans ce Volume la discussion des observations et en a conclu la valeur 8'',808, pour la parallaxe solaire.

G. B.

TERQUEM (A.) et DAMIEN (B.-C.). — INTRODUCTION A LA PHYSIQUE EXPERIMENTALE. 291 pages in-8° (1).

Le passage suivant de l'Avertissement indique bien l'objet de l'Ouvrage : « On ne peut arriver à formuler une loi, à découvrir la relation entre deux phénomènes, si l'on n'effectue des mesures sur les diverses quantités de la variation desquelles dépendent les phénomènes étudiés... Le but de la physique expérimentale, comme l'on dit en Angleterre et en Allemagne, est d'indiquer l'usage des instruments employés dans la plupart des recherches, les méthodes à suivre pour vérifier les lois expérimentales, pour effectuer les mesures nécessaires à l'étude de presque tous les phénomènes, enfin la manière d'obtenir les nombreux coefficients liés aux différentes propriétés physiques d'un corps (coefficients de dilatation, d'élasticité..., indice de réfraction).

Il semble que le rapprochement plus intime de l'Astronomie et de la Physique doive être également profitable aux deux Sciences : les progrès réalisés dans ces dernières années ont montré la variété et la puissance des méthodes de l'Astronomie physique : spectroscopie, photométrie, photographie ; il n'est pas douteux, d'ailleurs, que l'importation dans la Physique des méthodes de discussion des astronomes, peut-être aussi de leurs instruments, donne plus de valeur aux recherches des physiciens. Une *Introduction* de 108 pages comprend deux Chapitres relatifs aux *unités* (37 pages) et au *Calcul des erreurs*.

Unités. — Pour chaque ordre de quantités mesurables, il y a une grandeur prise comme terme de comparaison ou comme unité ; les longueurs, avec la masse et le temps, sont les grandeurs fondamentales, les unités correspondantes (centimètre, gramme-masse, seconde) étant dites *unités primitives*. L'indication des principales unités dérivées, avec leurs symboles, et les équations de dimensions qui les relient aux unités primitives forment l'objet du premier Chapitre. On considère successivement :

I. Mesures géométriques.

II. Quantités relatives à la Mécanique.

III. Hydrostatique. (A la ligne 18, p. 14, il est dit que le quart du méridien terrestre renferme 10008856^m ; le premier chiffre 8 doit être remplacé par 1.)

IV. Élasticité dans les solides (élasticité de traction, de flexion, de torsion).

V. Élasticité dans les liquides (tension superficielle).

(1) Librairie scientifique A. Hermann, 8, rue de la Sorbonne, Paris.

VI. Chaleur (température, quantités de chaleur, équivalent mécanique de la chaleur). Il aurait été utile, en parlant des échelles de températures, de mentionner le rapport des deux thermomètres de Fahrenheit et Réaumur avec le thermomètre centigrade.

VII. Acoustique (vitesses de transmission des ondes; vibrations des tuyaux, des verges, des cordes).

VIII. Électricité et Magnétisme. C'est la plus longue division; on n'y trouve pas moins de 39 définitions de termes.

Des erreurs dans les observations. Méthodes de calcul employées dans les Sciences physiques. — Ce second Chapitre a été écrit d'après l'Ouvrage de M. Airy, *On the algebrical and numerical theory of errors of observations*. Plusieurs applications y sont complètement développées en partant de nombres réellement observés. Outre la méthode des moindres carrés, il y a des méthodes un peu abrégées applicables à un système d'équations de la forme

$$y = a + bx.$$

Après avoir retranché chaque équation de la moyenne, on est conduit à n équations telles que

$$a_1x - b_1 = 0, \quad a_2x - b_2 = 0, \quad \dots, \quad a_nx - b_n = 0.$$

On pourrait appliquer à ces équations la méthode des moindres carrés. Une deuxième méthode consiste à multiplier chaque équation par ± 1 , suivant que le coefficient de l'inconnue est positif ou négatif, et à faire la somme (c'est la méthode indiquée dans l'Ouvrage). Enfin, on peut suivre une troisième méthode, en supprimant les équations dans lesquelles le coefficient de x est petit, celles, par exemple, dans lesquelles il est moindre que le tiers du plus grand coefficient, et appliquant la seconde méthode aux équations restantes. On est conduit à des résultats d'une précision presque égale.

(Voir les *Annales de l'Observatoire de Paris*, t. I, p. 136, 137, et, dans l'*Astronomie sphérique de Brunnnow*, édition française, t. II, p. 212-215, une Note de M. Tisserand.)

L'Ouvrage limité à ces deux Chapitres de l'Introduction serait déjà très utile, et nous aurions aimé, pour notre part, à trouver dans le Chapitre des unités quelques détails de plus, de manière à avoir sous les yeux, dans chaque ordre de faits, les idées et les définitions essentielles. Les *Annuaire*s contiennent beaucoup de nombres et peu d'explications; au contraire, quand on ouvre un Traité de Physique pour le consulter, les détails sont un empêchement.

Vient ensuite la *Mesure des quantités relatives aux unités primitives*, longueurs, masse et temps, qui occupe trois Chapitres.

CHAPITRE I. *Mesure des longueurs.* — Vernier, compas à verge, machine à diviser (15 pages). Sphéromètre (8 pages). Cathétomètre et niveau (14 pages).

Mesure des angles. — La mesure des angles par la réflexion d'un faisceau lumineux sur un miroir mobile (employée dans l'étude des oscillations de l'aiguille aimantée) est traitée avec de grands détails, certainement précieux pour les personnes qui font des déterminations magnétiques; mais une place aurait dû être réservée aux lunettes et à quelques renseignements sur leur théorie.

CHAPITRE II. *Mesure des masses.* — La théorie, la construction, le réglage et l'emploi de la balance sont donnés dans ce Chapitre (35 pages).

CHAPITRE III. *Mesure du temps.* — Il suffit de reproduire les sommaires pour montrer que ce Chapitre est un des plus intéressants : Audition d'une horloge. Métronome. Chronomètre. Procédé graphique (appareils de MM. Cornu, Marey, Deprez). Détermination de la durée des oscillations d'un corps de part et d'autre de sa position d'équilibre. Mouvement oscillatoire d'un corps avec étouffement (ce mot étant synonyme d'amortissement). Correction à apporter à la durée des oscillations non infiniment petites. Mesure expérimentale du moment d'inertie.

Une Notice de M. Mascart sur M. Alfred Terquem termine le Volume.

L'Introduction à la Physique expérimentale de MM. Terquem et Damien est, croyons-nous, le premier Ouvrage publié en France avec le but spécial d'enseigner les procédés généraux des mesures et les méthodes de discussion, indépendamment des théories particulières. Ce que nous en avons dit montre que les physiciens, et en général les travailleurs, trouveront là un Manuel fort utile.

O. C.

Newcomb (S.). — Report of the superintendent of Nautical Almanac.

Le Rapport comprend la période d'une année jusqu'au 30 juin 1887. Nous en détachons ce qui concerne les nouvelles Tables des planètes, qui doivent reposer sur des données uniformes.

Le travail est divisé en plusieurs sections :

1° *Calcul des perturbations générales des planètes.* — On s'occupe pour le moment des quatre planètes intérieures; il reste peu de chose à faire.

2° *Nouvelle réduction des anciennes observations et discussion des plus récentes, dans le but de réduire l'ensemble à un système uniforme.* — Les observations de Maskelyne de 1765 à 1811, celles de Brad-

ley de 1750 à 1762, ont déjà été réduites, les dernières par le Dr Auwers. Les observations de Greenwich, à partir de M. Airy, celles de Paris réduites depuis 1800 par Le Verrier, celles de Bessel, à Königsberg, réclameront seulement de petites corrections pour les réduire au système fondamental adopté. La réduction à nouveau des observations de Piazzi, à Palerme, de 1791 à 1813, est poursuivie, mais il n'est pas encore décidé si l'on s'occupera des observations de Taylor à Madras.

3° *Calcul des positions tabulaires.* — C'est la partie la plus pénible et la plus difficile de l'entreprise. On a dû, en partant des formules générales de Le Verrier, calculer une éphéméride complète du Soleil depuis 1765 jusqu'en 1864. Ce travail est en cours d'exécution, ainsi que le calcul des éphémérides correspondantes pour les trois autres planètes.

4° *Discussion finale de tous les résultats.* — M. Newcomb estime que les équations de condition pour corriger les éléments des quatre planètes intérieures seront obtenues vers la fin de 1889.

À l'égard des planètes supérieures, la nouvelle théorie de Jupiter et Saturne par M. Hill (*Bulletin*, III, p. 108) est dans les mains de l'imprimeur, et M. Hill s'occupe maintenant de construire des Tables et des éphémérides pour obtenir les corrections finales des éléments provisoires. Uranus et Neptune sont laissés de côté pour l'instant.

Quant à la théorie de la Lune, le principal travail est la comparaison des Tables de Hansen avec les occultations observées depuis 1750.

Il y a encore à citer la détermination de la masse de Jupiter d'après le mouvement de Polymnie; on utilise les oppositions de 1850 à 1888

Mémoires de la Société royale astronomique.

La première Partie du tome XLIX des *Mémoires de la Société royale astronomique* vient d'être publiée. Elle contient le nouveau Catalogue général de nébuleuses, par le Dr J.-L.-E. Dreyer.

Le Conseil de la Société royale astronomique, considérant que le *Catalogue général* de sir John Herschel, avec les deux Suppléments du Dr Dreyer, le grand Ouvrage de d'Arrest et les listes successives de nébuleuses publiées depuis, demandaient à être réunis dans une œuvre d'ensemble, a proposé au Dr Dreyer d'entreprendre ce travail, qui aura une valeur exceptionnelle.

Pour le moment, contentons-nous de dire que le Catalogue contient 7840 objets, dont les positions ont été corrigées et revues avec le plus grand soin. Les positions se rapportent à 1860, date moyenne tant des travaux de revision du ciel et des Cartes célestes que de beaucoup de mesures micrométriques.

Un Appendice est consacré, après un Index des amas d'étoiles, à don-

ner les observations les plus récentes de nébuleuses, de sorte que le Catalogue est à jour jusqu'à la fin de 1887.

GAUTHIER (RAOUL). — LA PREMIÈRE COMÈTE PÉRIODIQUE DE TEMPEL 1867 I (*Mémoires de la Société de Physique et d'Histoire naturelle de Genève*, t. XXIX, n° 12). 110 pages, in-4°; 1888.

L'étude de M. Gauthier est consacrée spécialement aux apparitions de 1873 et 1879, le résultat du travail étant de relier entre elles les deux apparitions et d'obtenir les deux systèmes d'éléments qui s'y rapportent. En s'appuyant sur cette base, M. Gauthier se propose ultérieurement d'en remonter de 1873 à 1867 et aussi de compléter ses calculs pour la période 1879-1885.

M. Gauthier entre dans tous les détails désirables sur les calculs et les observations. Il a eu la bonne fortune de pouvoir utiliser pour son travail une série d'observations faites à l'observatoire de Leyde, de sorte que les étoiles de comparaison sont parfaitement déterminées.

Une Introduction de 16 pages donne l'historique des recherches suscitées par cette comète, dont l'orbite est comme intermédiaire entre celles des astéroïdes et celles plus excentriques des comètes; il est fâcheux que l'éclat de la comète diminue de plus en plus.

Kirkwood (Daniel). — The asteroids, or minor planets between Mars and Jupiter. Philadelphia, 1888 (60 pages).

Il y a des points laissés de côté par l'auteur dans ce petit livre qui ne paraît pas avoir pour objet de tracer une monographie des petites planètes. Du moins, les questions abordées sont pleines d'intérêt.

Après les préliminaires, se trouve une Table des éléments des orbites rangées par ordre des distances périhéliques, et cette Table est soumise à une discussion. L'étendue de la zone des astéroïdes, leurs masses, les limites des distances périhéliques, la question de stabilité et les lacunes correspondant aux différents ordres de commensurabilité, les excentricités, les inclinaisons, les longitudes des périhéliques, la distribution des nœuds ascendants, l'origine des astéroïdes, la variabilité de certains d'entre eux, leurs rapports avec plusieurs comètes à courte période, sont autant de sujets considérés par M. Kirkwood.

On a déjà eu l'occasion, dans le *Bulletin*, de revenir plusieurs fois sur les intéressants rapprochements signalés par M. Kirkwood.

Variations de la chaleur de la Lune pendant l'éclipse totale du 28 janvier 1888.

Les expériences exécutées, à Parsonstown, par M. Bœdicker, avec le télescope de 3 pieds de lord Rosse et un galvanomètre Thompson, ont montré que :

1° La chaleur rayonnée par la Lune commence à décroître longtemps avant le premier contact avec la pénombre ;

2° 22 minutes avant le commencement de la totalité, la chaleur était réduite au $\frac{1}{20}$ de ce qu'elle était 20 minutes avant le premier contact avec la pénombre ;

3° Après le dernier contact avec la pénombre, il a fallu plus de temps pour que la chaleur revint.

Ces résultats concordent avec ce qu'a donné l'éclipse totale du 4 octobre 1884 (*Bulletin*, III, p. 206).

Abney (Cap.). — A Treatise on Photography (London, 1888).

L'apparition d'une cinquième édition de ce livre bien connu mérite d'être annoncée ici, alors que la Photographie est devenue l'auxiliaire de l'Astronomie. L'Ouvrage a été revu avec soin, et des additions importantes ont été faites, parmi lesquelles de nouveaux Chapitres sur la photographie céleste et la photographie avec le microscope.

Abney (Cap.) et *Festing* (major général). — Colour photometry (*Philosophical Transactions*, t. CLXXVII, partie II).

Ce travail forme la *Bakerian Lecture*. Extrait de l'Introduction : Les procédés que nous avons employés et les résultats de quelques expériences que nous avons faites, en mesurant les intensités relatives d'éclairement des différentes portions du spectre et des différentes parties de spectres produits dans diverses circonstances, peuvent offrir de l'intérêt, surtout parce que ces résultats ont une influence considérable sur la photométrie pratique.

Abney (Cap.). — The solar spectrum, from λ 7150 to λ 10000 (*Philosophical Transactions*, t. CLXXVII, partie II).

Extrait de l'Introduction : La Carte du spectre solaire accompagnant ce Mémoire, et relative aux longueurs d'onde comprises entre 7150 et 10000, résulte de photographies prises avec des réseaux et elle est plus complète à tous égards que la Carte publiée dans les *Transactions philosophiques* de 1880, sous le titre : *The method of mapping the least refrangible end of the spectrum*.

MONTHLY NOTICES.

T. XLVIII, n° 4; février 1888.

Le présent numéro contient le Rapport annuel du Conseil de la Société royale astronomique.

Des Notices sont consacrées à treize membres décédés, parmi lesquels se trouvent Balfour Stewart, Schjellerup et E. Luther. Il peut être bon de rappeler que le dernier entreprit, vers 1850, à la demande de Jacobi, de calculer les perturbations des grosses planètes ainsi que de Vesta, en suivant une nouvelle méthode inventée par Jacobi. Ces travaux ont fait l'objet d'une Note dans le Recueil de l'Académie de Berlin, en 1852, sous le titre : *Bericht über die nach Jacobi's Methode ausgeführten Störungsrechnungen*. Après la mort de Jacobi, les résultats furent publiés dans les *Monatsberichte* de l'Académie de Berlin.

La Notice sur Schjellerup est due à M. J.-L.-E. Dreyer.

Travaux des observatoires anglais.

Pour éviter les redites, nous devons nous borner à citer les travaux ou les remarques non mentionnés déjà dans le *Bulletin*.

Observatoire royal de Greenwich. — Les observations de l'ascension droite de la Lune, comparées aux Tables de Hansen, en tenant compte des corrections de Newcomb, semblent indiquer nettement une oscillation annuelle de 0',25 d'amplitude, avec un maximum en septembre et un minimum compris entre janvier et avril.

Notons qu'une attention sérieuse a été accordée aux lectures des thermomètres tant intérieur qu'extérieur; les observations des distances polaires, surtout pendant le jour, peuvent être viciées par la situation défectueuse des instruments. Des expériences vont encore être poursuivies à cet égard.

La préparation du Catalogue décennal (1877-1886) est terminée pour 12^h d'ascension droite.

Pour l'observation de la dernière éclipse de Lune, quelques dispositions avantageuses prises à Greenwich sont bonnes à rappeler. L'oculaire était monté excentriquement à la distance du rayon de la Lune, de sorte que, sans troubler la position de la lunette, un point quelconque du limbe pouvait être amené au centre du champ. Pour tourner rapidement dans l'obscurité le cercle de position, on a employé des cercles de carton avec des entailles marquant les principales divisions de la circonférence et susceptibles d'être reconnues avec les doigts.

Des observations spectroscopiques des étoiles avec des raies brillantes ou avec des spectres cannelés, γ Cassiopée, β Lyre, α Baleine, β Pégase et α Orion sont en cours d'exécution.

Observatoire royal d'Édimbourg. — Le tome XVI des *Annales de l'observatoire d'Édimbourg*, principalement consacré à la spectroscopie, est prêt pour l'impression.

Observatoire royal du Cap de Bonne-Espérance. — Il a déjà été parlé dans le *Bulletin* des progrès rapides de la revision photographique du ciel austral et des travaux que M. Gill compte entreprendre avec le nouvel héliomètre de 7 pouces.

Notons le grand nombre des observations méridiennes du Soleil, de Mercure et de Vénus, 178, 112 et 145.

Le grand théodolite indien a fourni les résultats suivants, qu'une maladie de l'assistant, M. Pett, a empêché de poursuivre pendant six mois (*Bulletin*, III, p. 256) :

61 observations d'azimut d'étoiles circompolaires fondamentales à leur plus grande elongation ;

47 observations d'azimut d'autres étoiles à leur plus grande elongation ;

77 azimuts de couples d'étoiles boréales pour la latitude [Méthode de Kapteyn (*Bulletin*, I, p. 103)].

Dans son récent voyage en Europe, M. Gill a donné trois Ouvrages à l'impression :

Observations méridiennes du Cap (1882-1884) ;

Occultations d'étoiles observées au Cap de 1835 à 1880 avec la comparaison aux Tables de Hansen ;

Sur les variations du cercle méridien du Cap ; par M. W.-H. Finlay.

Les deux derniers travaux feront partie des *Annales de l'observatoire du Cap*, t. I et II.

Observatoire de Cambridge. — Le travail des zones est poursuivi régulièrement. Observations d'étoiles de comparaison.

Observatoire de Dunsink. — On continue à observer au méridien les étoiles à mouvement propre sensible. Le tome VI des *Publications*, contenant les observations de 1012 étoiles australes de la *Durchmusterung* du professeur Schönfeld, vient d'être publié. M. Rambaut, après M. Dreyer, a pris part à ce travail.

Observatoire de Glasgow. — Réobservation des étoiles du premier Catalogue de Weisse présentant des discordances avec les positions de Glasgow.

Observatoires de Kew et de Liverpool. — Étude des chronomètres et vérification des instruments nautiques. Des expériences nouvelles sur le pendule vont reprendre à Kew.

Observatoires Radcliffe et de l'Université, à Oxford. — M. E.-J. Stone dans le premier, dans le second M. Pritchard déploient une grande activité. Grâce à un don considérable de M. de la Rue, et à l'appui de

l'Université, M. Pritchard va prendre part au travail de la Carte topographique du Ciel.

Observatoire Temple, à Rugby. — Mesures d'étoiles doubles et mouvement des étoiles suivant le rayon visuel.

Observatoire du Collège de Stonyhurst. — Le *Bulletin* a parlé recherches intéressantes qui se poursuivent sur le Soleil.

Observatoire de M. Common, à Ealing. — La construction du télescope de 5 pieds d'ouverture a fait de grands progrès. M. Common espère l'employer l'automne prochain.

Observatoire du comte de Crawford, à Dun-Echt. — En dehors la pleine lune, le Dr Becker observe au cercle méridien les nébuleuses brillantes; pendant la pleine lune, il s'occupe d'étoiles de comparaison et d'étoiles circompolaires.

Dans le courant de l'été le Dr Becker, installé sur une colline, à une distance de l'observatoire, et muni d'un grand réseau de Rowland, a levé quantité de raies telluriques, de 516,5 à 604. Grâce à un appareil enregistreur, il a été possible, un jour, d'enregistrer 540 raies en moins d'une heure.

Observatoires particuliers de MM. Crossley, Huggins, Peek, Tinsley, Tupman. — Le premier continue à s'occuper des satellites de Jupiter et de Saturne. M. Peek suit assidûment les étoiles variables, tandis que les deux derniers observatoires tournent leur activité du côté des comètes.

Observatoire de Natal. — M. Neison se propose de rattacher les observations aux déclinaisons des étoiles boréales et australes, en montrant les différences de distance zénithale d'étoiles boréales, culminant près du zénith des principaux observatoires de l'hémisphère Nord d'une part, et d'autre part d'étoiles circompolaires australes (*Nat.* n° 946).

Observatoire de M. Tebbutt, à Windsor (Nouvelle-Galles du Sud). — M. Tebbutt vient de publier une petite brochure donnant l'histoire et la description de son observatoire particulier. Seul observateur, ou parfois par son fils ou quelque ami du voisinage, il n'a eu pendant 20 ans, comme instruments, qu'une lunette de 2 pouces à peine et un chronomètre. Heureusement, les moyens de travail sont devenus meilleurs. Encore tout se borne-t-il aujourd'hui à un équatorial de 8 pouces de Grubb et à un petit instrument des passages pour avoir l'heure. Il songe à tout ce qu'a produit d'utile l'observatoire de Windsor, et peut que féliciter M. Tebbutt.

Observatoire de Wolsingham. — Le Rév. T.-E. Espin s'est occupé de la recherche des étoiles rouges ayant des spectres remarquables et des étoiles variables. Des listes comprenant 126 objets ont été

blées dans les nos 2788 et 2825 des *Astr. Nach.* (voir aussi *Bulletin*, IV, p. 401). La nouvelle édition du Catalogue d'étoiles rouges de Birmingham sera prête dans quelques semaines (*Nature*, n° 936).

Observatoire de Melbourne. — A noter la publication prochaine des résultats des observations de 1880 à 1885 et d'un second Catalogue général.

Suivant l'usage, des Notices sont consacrées aux progrès réalisés dans les différentes branches de l'Astronomie. Les lecteurs du *Bulletin* ont été mis au courant de ces progrès, et il ne paraît pas nécessaire de reproduire les articles des *Monthly Notices*.

Discours du Président de la Société, M. J.-W.-L. Glaisher, en présentant la médaille d'or au D^r Arthur Auwers. (Résumé.)

Le Président a tracé d'abord un tableau des travaux de Bradley. C'est après sa découverte de l'aberration, et tandis qu'il était encore occupé de l'étude des effets de la nutation, qu'il fut appelé à prendre la succession de Halley à l'observatoire de Greenwich. En 1727, Bradley élevait à Wanstead son fameux secteur zénithal, et, deux années après, son Mémoire contenant la découverte de l'aberration fut publié dans les *Philosophical Transactions*. En 1742, il fut nommé à l'observatoire de Greenwich, et en 1748 il publia sa découverte de la nutation.

L'institution d'observations méridiennes régulières, de 1750 à 1762, des étoiles, de la Lune et des planètes, en ascension droite et distance zénithale, avec des instruments éprouvés ⁽¹⁾, a donné naissance à une précieuse série d'observations et assuré les fondements de l'Astronomie moderne.

Les observations méridiennes de Bradley et de son assistant, l'un de ses neveux, ne furent publiées que longtemps après, en 1798 et 1805, par Hornsby et Robertson. Leur réduction était réservée à Bessel qui donna, en 1819, dans ses *Fundamenta Astronomiæ, pro anno 1755*, les positions des étoiles fondamentales déduites des observations de

(1) L'instrument des passages, construit par Bird, avait un axe de 4 pieds et demi de longueur, et un objectif non achromatique de 8 pieds de longueur focale. Sa puissance optique était assez considérable, puisqu'elle a permis à Bradley d'observer les belles étoiles et les planètes non loin du Soleil.... La pendule sidérale, construite par Shelton, sous la direction de Graham, jouissait d'une marche supérieure. Pour les distances zénithales, il y avait un quadrant en laiton, construit par Bird, et de 8 pieds de rayon. Le célèbre secteur zénithal de 12 pieds et demi de rayon fut, de plus, transporté de Wanstead à Greenwich.

(LE VERRIER, *Recherches astronomiques*, Chap. X.)

Bradley. Le Verrier est revenu sur le travail de Bessel pour le compléter et le corriger (*Annales de l'Observatoire de Paris*, t. II), mais ne s'est occupé que des ascensions droites principalement utiles pour la construction de ses Tables de planètes. En reprenant à son tour ce grand travail, le Dr Auwers, sans rival dans l'art de réduire et de discuter les observations, a voulu faire une œuvre définitive et complète.

De 1866 à 1876, le Dr Auwers a effectué une réduction entièrement nouvelle de toutes les observations des étoiles et du Soleil faites avec l'instrument des passages, le quadrant de Bird et le secteur zénithal depuis leur établissement à Greenwich, en 1750, jusqu'à la mort de Bradley, en 1762. De plus, pour obtenir le moyen de déterminer les erreurs d'index du quadrant, il a réduit les observations faites avec le secteur zénithal à Wanstead, de 1727 à 1729, et à Greenwich, de 1763 à 1786. Depuis l'achèvement de ce travail, le Dr Auwers a aussi, à la demande du professeur Newcomb, exécuté une nouvelle réduction des observations des planètes faites entre 1750 et 1762. Les manuscrits originaux de Bradley ont servi partout de base aux réductions; depuis 1861 ils appartiennent à la bibliothèque de l'observatoire de Greenwich.

Pour rendre compte maintenant de l'œuvre du Dr Auwers, il convient d'abord de décrire brièvement le Catalogue, formant bien entendu le résultat principal de la nouvelle réduction, pour passer ensuite à l'explication des procédés de réduction.

Le nouveau Catalogue contient 3268 étoiles. Elles comprennent les 3222 étoiles renfermées dans les *Fundamenta* et d'autres étoiles que Bessel avait omises ou n'avait pas réduites, plus quelques étoiles observées avec le secteur zénithal. L'époque de ce Catalogue est 1755, comme pour le Catalogue des *Fundamenta*.

Un second Catalogue de 3268 étoiles a été aussi dressé pour l'époque 1865. Il a été basé principalement sur les observations de Greenwich, de 1854 à 1867 (les deux *Seven-Years Catalogues*); mais quelques observations spéciales ont été faites à la fois à Greenwich et à Berlin, de manière à le rendre aussi complet que possible.

Les mouvements propres ont été déterminés par la comparaison des deux Catalogues. Dans ce but, les précessions furent calculées pour les trois époques 1755, 1810 et 1865, et, par un calcul rigoureux, les positions de Bradley furent rapportées à l'époque 1865. Comme les différences sont en moyenne divisées par 110, et comme les deux Catalogues sont déduits d'observations faites à la même place et calculées avec les mêmes réfractions, on a toute raison d'espérer que les mouvements propres conclus possèdent une précision considérable et sont exempts d'erreurs systématiques.

Dans le cas de coordonnées incomplètement déterminées par Bradley,

on a eu recours aux plus anciennes déterminations dont on pouvait disposer, surtout celles de Piazzî et de Groombridge, et on les a comparées avec le Catalogue pour 1865.

Dans l'explication des procédés de réduction, il convient de considérer séparément : 1° les ascensions droites ; 2° les distances zénithales ; 3° la détermination de l'équinoxe et de la latitude.

Les ascensions droites ont été réduites de la manière suivante :

Les erreurs d'inclinaison, d'azimut et de collimation ont été prises dans le Mémoire du professeur Peters, publié dans les travaux de la *Naturforschende Gesellschaft* de Dantzig, pour 1855, excepté dans le cas de quelques longues périodes qu'il a paru désirable de partager en intervalles plus courts. Les observations de passages ainsi corrigées, les différences entre les ascensions droites des étoiles fondamentales furent calculées, les observations étant comparées avec les éphémérides établies pour les années 1750-1762 au moyen des nouveaux éléments des *Fundamenta* et des constantes de réduction à présent en usage. Le premier objet était de calculer les différences entre les étoiles individuelles, qui étaient partagées en deux groupes, *a* et *b*, le groupe *a* comprenant α , γ et β Aigle, et le groupe *b* comprenant α et β Gémeaux ainsi que Procyon. Ensuite les trois étoiles Arcturus, α Lyre et α Cygne furent comparées avec la moyenne du groupe *a* (ce qui a formé un groupe plus étendu A), et les sept étoiles Aldébaran, β Taureau, la Chèvre, β et α Orion, Sirius et α Lion furent comparées avec la moyenne du groupe *b* (ce qui a formé un groupe plus étendu B). En troisième lieu, toutes les observations relatives au groupe A et au groupe B ont été rapportées respectivement à α Aigle et à Procyon.

Au moyen des différences dont il vient d'être parlé, on obtint la différence d'ascension droite entre α Aigle et Procyon, comme résultant de toutes les comparaisons possibles d'observations se rapportant à un groupe avec la moyenne des observations relatives à l'autre groupe, les culminations se suivant immédiatement dans un ordre ou dans l'autre. Les moyennes mensuelles de ces différences ayant été formées, on en conclut la moyenne générale annuelle, exempte des variations diurnes des erreurs d'inclinaison, d'azimut et de la marche de la pendule.

En procédant ainsi, le Dr Auwers fixe les positions de 16 étoiles auxquelles les 36 étoiles fondamentales de Maskelyne sont ensuite rattachées. Le Catalogue fondamental était dès lors définitif quant aux différences, une petite correction pouvant résulter de la position de l'équinoxe.

Grâce à la division en beaucoup plus de périodes de l'état de l'instrument, à la détermination meilleure des corrections de pendule (ici par les 36 étoiles de Maskelyne, tandis que Bessel en avait pris 14) et de l'équation personnelle entre Bradley et ses assistants, ... le poids des

ascensions droites données dans le Catalogue est plus que double celui des ascensions droites de Bessel; en outre, certaines variations systématiques existant dans les positions de Bessel ont été éliminées.

Venons maintenant au mode de réduction des observations au quadrant de Bird.

A l'exemple de Bessel, M. Auwers s'est servi, pour déterminer les hauteurs de l'index du quadrant, d'observations de distances zénithales par Bradley avec son grand secteur, mais il a considérablement augmenté le nombre des points de repère. Bessel n'avait considéré 7 étoiles; M. Auwers a voulu réduire l'ensemble des observations zénithales de Bradley au nombre de 1427, relatives à 85 étoiles, contenues dans une zone zénithale de 12° de largeur. Comme il restait encore des lacunes pour différentes heures d'ascension droite, la réduction des observations au secteur fut poussée plus loin, et embrassa d'abord les observations faites par Maskelyne de 1768 à 1786, lesquelles n'avaient pas encore été réduites, et en second lieu la série de Wanstead (1). On est alors parvenu à la réduction des distances zénithales de 130 étoiles, fondées sur 4000 observations; sur ces 130 étoiles, 114 se rencontrent dans les observations au quadrant; elles sont également réparties relativement aux heures d'ascension droite et fournissent le zénith avec précision pour un grand nombre de périodes; ce qui a permis de déterminer les distances zénithales des 36 étoiles de Maskelyne et de 6 étoiles des Gémeaux.

Les distances zénithales des étoiles du Catalogue ensuite obtenues ont été réduites à l'époque 1755,0 comme pour les ascensions droites. La nouvelle réduction du Dr Auwers a amené, pour les distances zénithales, des améliorations comparables à celles dont on a parlé tout à l'heure. Leur poids est à peu près double relativement à celui des distances zénithales de Bessel.

Il restait encore à débarrasser autant que possible les distances zénithales des erreurs systématiques provenant de la figure et des défauts du quadrant. Ces erreurs ont été étudiées par les méthodes suivantes :

1° Par une comparaison des passages supérieurs et inférieurs et des passages compolaires (combinée avec une discussion de la latitude dont on a parlé plus loin);

(1) La discussion des observations de Wanstead a montré, en particulier, contrairement à l'opinion générale, elles sont en parfait accord avec la constante d'aberration acceptée maintenant pour la constante d'aberration (*Monatsberichte der Berliner Akademie der Wissenschaften*, juillet 1869).

(2) Pendant une grande partie de la période des observations, surtout depuis le commencement du siècle, le Soleil, la Lune et les planètes furent observés seuls au quadrant, sans que la position du zénith ne peut alors être déterminée directement.

2° Au moyen des passages observés au fil vertical du quadrant; ils sont au nombre d'environ 2000 et donnent le moyen d'évaluer les déviations du plan du limbe;

3° Par une comparaison des deux espèces de divisions que portait le limbe;

4° Pour les distances zénithales de 29° à 73° , par la discussion des observations du Soleil.

Les erreurs de division sont faibles, mais l'erreur de figure du quadrant a nécessité deux Tables de correction.

Il reste à parler de l'origine des ascensions droites et de la latitude.

Pour déterminer les ascensions droites absolues, les observations du Soleil, faites avec l'instrument des passages, de 1750 à 1762, et avec le nouveau quadrant, de 1753 à 1762, furent réduites avec les mêmes données que les étoiles du Catalogue et comparées avec les Tables de Hansen. Les équations résultant de ces comparaisons dans les deux coordonnées furent traitées par la méthode des moindres carrés. La correction pour le système adopté des ascensions droites (celui des *Fundamenta*) a été trouvée de $0^{\circ},056$; et on l'a appliquée à toutes les ascensions droites du Catalogue. Mais cette correction est incertaine, parce que les distances zénithales du Soleil ont été observées très souvent seules sans distances zénithales d'étoiles, et aussi à cause des conditions défectueuses de l'observation du Soleil : l'instrument n'était pas protégé contre les rayons solaires; la dimension des trappes était beaucoup trop exigüe.

Par une discussion approfondie des distances zénithales d'environ 350 étoiles circompolaires, la colatitude a été trouvée de $38^{\circ}31'21'',28$; valeur qui a servi à transformer les distances zénithales en déclinaisons. Le résultat des observations modernes, de 1836 à 1860, donnerait, pour la position du quadrant, une latitude de $38^{\circ}31'21'',75$. La différence $0'',47$ des deux nombres peut s'expliquer d'une manière plausible par les circonstances des observations, et le D^r Auwers estime qu'il n'y a aucune raison de faire intervenir la variabilité des latitudes.

Dans l'ensemble, les nouvelles déclinaisons s'accordent avec celles de Bessel, de 14^h à 21^h d'ascension droite; pour les 13 premières heures, les nombres de Bessel ont besoin d'une correction de $-2''$. On a une idée des différences présentées par les deux réductions par le fait que, dans 174 cas, l'écart atteint ou dépasse $3''$ (il dépasse $6''$ pour 32 étoiles).

L'Ouvrage complet (le second volume a été publié et le troisième le sera bientôt) forme trois volumes :

T. I. Détermination des constantes des instruments et corrections provenant de leur position. Réduction des ascensions droites des 36 étoiles

fondamentales et de l'étoile polaire. Réduction des observations du Soleil. Réduction des observations avec le secteur zénithal. Détermination de l'équinoxe et de la latitude. Réduction des observations des planètes.

T. II. Résultats des observations isolées d'ascension droite et de distance zénithale. Les ascensions droites et les distances zénithales sont renfermées dans des Catalogues séparés, qui donnent, pour chaque observation de chaque étoile, la date, l'observateur, la réduction de la position apparente à 1755,0, l'ascension droite et la distance zénithale moyennes pour cette époque, et le poids.

T. III. Ce volume, qui contient le Catalogue d'étoiles, se compose d'une Introduction et de trois Parties.

L'introduction contient, entre autres choses, une étude spéciale de 60 étoiles qui ont été observées dans les deux positions du quadrant, les résultats individuels des doubles passages de 455 étoiles circompolaires, un examen des discordances notables, accidentelles ou systématiques, entre la nouvelle réduction et les *Fundamenta*, l'ensemble des déterminations relatives aux 46 étoiles qui ne se trouvent pas dans les *Fundamenta*, avec le calcul des mouvements propres.

La première Partie contient le Catalogue, avec les précessions pour les trois époques 1755, 1810 et 1865, une comparaison avec les *Fundamenta*, l'identification des étoiles avec celles des Catalogues contemporains de La Caille et de Mayer, et aussi celles du Catalogue de Piazzi, des cinq catalogues de Greenwich dus à Airy, et de celui de Berlin. Une liste complète de références est aussi donnée pour toutes les étoiles doubles qui se présentent, la distance et l'angle de position étant donnés autant que possible pour l'époque 1755.

La seconde Partie contient les logarithmes des nombres de Bessel α , b , c , d et α' , b' , c' , d' pour les deux époques 1755 et 1865.

La troisième Partie contient la réduction des positions de Bradley à 1865, le nouveau Catalogue pour 1865 et la comparaison des deux catalogues.

O. C.

THE OBSERVATORY.

Tome XI, mars 1888.

Séance annuelle de la Société royale astronomique.

La séance annuelle a été tenue le 10 février 1888. Le Conseil de la Société décerne la médaille d'or à M. Auwers, de Berlin, pour sa nou-

velle réduction des observations de Bradley. Nous donnons ci-dessus un extrait du discours du président, M. J.-W.-L. Glaisher.

L'Astronome royal, M. W.-H.-M. Christie, a été nommé président pour l'année courante.

Correspondance et Notes.

Le Nautical Almanac.

L'article approfondi du général Tennant (*Bulletin*, V, p. 171) n'a pas soulevé de contradictions sérieuses.

Le capitaine Noble appuie les remarques du général Tennant au nom des astronomes amateurs, trop négligés, lui semble-t-il, par les rédacteurs du *Nautical Almanac*.

Seuls les paragraphes de l'article consacrés aux étoiles de culmination lunaire et à l'augmentation du nombre des étoiles fondamentales sont l'objet de quelques réserves. Les éditeurs de l'*Observatory* et M. R. Bryant trouvent qu'il y aurait difficulté à augmenter le nombre des étoiles, à moins qu'on ne fasse une distinction (c'est ce qui a lieu pour le *Berliner Jahrbuch*) entre les positions les plus précises et les étoiles supplémentaires; pour les étoiles de culmination, M. Bryant rappelle que l'observation des parallaxes des petites planètes a conduit à employer des étoiles de comparaison voisines (on pourrait répondre qu'il s'agit là surtout de mesures micrométriques); d'autre part, d'après les éditeurs de l'*Observatory*, les observations de Greenwich, en particulier celles de l'année 1872, indiquent pour chaque soirée des corrections concordantes entre elles des positions des étoiles de la Lune données par les Catalogues, ce qui montrerait que ces corrections sont réellement applicables aux observations voisines.

A cela, le général Tennant répond comme il suit :

Les positions des étoiles de culmination lunaire, inutiles quand il s'agit de déterminer les différences de longitude de stations reliées par le télégraphe, ne rendent pas les services qu'on suppose pour les stations nouvelles où se rendent les expéditions. C'est ce qui a été reconnu à la suite des dernières expéditions pour les passages de Vénus.

L'observation des étoiles de culmination lunaire avait été l'objet de soins tout particuliers dans les principaux observatoires d'Europe.

En somme, le général Tennant trouve l'éphéméride lunaire de la *Connaissance des Temps* bien adaptée aux besoins.

Quand on ne dispose pas d'une ligne télégraphique pour déterminer les longitudes, la méthode des hauteurs égales de la Lune et des étoiles lui paraît la meilleure.

Nous laissons de côté quelques petits points de moindre intérêt.

Elger (T.-G.) et Terby (F.). — Description et dessin de Saturne.

Lynn (W.-T.). — Anciennes éclipses de Soleil et de Lune.

L'auteur parle d'une éclipse mentionnée, en l'an-49, par Dion Cassius et, dans le numéro d'avril de l'*Observatory*, il cite une inscription égyptienne et un passage de Confucius. La première éclipse dont le souvenir nous ait été transmis a eu lieu le 6 septembre de l'an 776.

Lynn (W.-T.). — Visibilité de la partie non éclairée de Vénus.

M. Lynn revient sur les descriptions qui ont été données de ce phénomène singulière vue d'abord par Riccioli (1643).

Il résulte d'une Note de M. T.-G. Elger (numéro d'avril de l'*Observatory*) que la lumière secondaire de Vénus n'est pas seulement visible de jour; elle a été constatée par lui encore une heure ou une heure et demie après le coucher du Soleil.

Ne pourrait-on imaginer quelque modèle et reproduire le phénomène dans le laboratoire, à l'exemple de M. Spitta pour les satellites de Jupiter (*Bulletin*, V, p. 70)?

Rappelons aussi que des articles sur la lumière secondaire de Vénus ont été insérés par M. Winnecke dans le *Vierteljahrsschrift der Astronomischen Gesellschaft*, t. IX et XI.

L'éclipse totale de Lune du 28 janvier.

Après un Tableau des résultats obtenus dans quelques stations, on trouve des remarques intéressantes; elles auront leur place dans le prochain numéro du *Bulletin*, avec le compte rendu de la Séance de la Société royale astronomique, où l'éclipse a tenu naturellement une grande place.

Astronomy for amateurs (Longmans, London).

Ce livre, édité par M. J.-A. Westwood Oliver, a cela de particulier que chaque Chapitre est dû à un auteur distinct; on peut par le Tableau suivant juger de la compétence des auteurs :

Les lunettes.....	Sir H. Grubb	Étoiles variables...	J.-E. Gore
Le Soleil.....	E.-W. Maunder	Couleurs des étoiles.	W.-S. Franks
La Lune.....	T.-G. Elger	Distrib. des étoiles.	T.-W. Backhouse
Les planètes.....	W.-F. Denning	Lumière zodiacale..	»
Rech. des comètes..	»	Météores.....	W.-F. Denning
Étoiles doubles.....	S.-W. Burnham	Aurore boréale....	J.-R. Capron

Peut-être y aurait-il utilité à faire une édition française de cet Ouvrage?

O. G.

ASTRONOMISCHE NACHRICHTEN, n° 2831-2834.

Ericsson (G.). — Orbite définitive de la comète 1863 III.

Cette comète, découverte par M. Respighi le 14 avril 1863, a été observée jusqu'au 1^{er} juin; la trajectoire embrasse ainsi un mois et demi. Les éléments paraboliques auxquels arrive M. Ericsson diffèrent à peine de ceux qui avaient été donnés par M. Frischauf, et qui lui ont servi de point de départ; mais il trouve que les observations sont un peu mieux représentées par un système d'éléments elliptiques, avec une excentricité voisine de l'unité ($e = 0,9990756$). Le Mémoire complet de M. Ericsson a paru dans les *Annales* de l'Université d'Upsal.

L'éclipse totale de Lune du 28 janvier 1888.

Observations diverses, faites à Tachkent, Poulkova, Helsingfors, Clinton, Greenwich, Princeton, Dublin, Liège, Bruxelles, Utrecht. Remarques de M. Bruns, concernant l'emploi de l'héliomètre pour l'observation des éclipses de lune (remarques motivées par l'insuccès des mesures entreprises à Berlin).

Luther (W.). — Orbite de la planète (183) Istria.

La planète n'a encore été observée que dans une seule apparition (1878); mais sa forte excentricité (0,35) la rend intéressante, et M. Luther a pensé qu'en vue de la prochaine opposition il y avait lieu d'entreprendre une discussion nouvelle des observations de 1878, afin d'établir une éphéméride aussi exacte que possible, qui permit de retrouver la planète malgré son faible éclat (13^m,7). Ajoutons qu'elle vient d'être retrouvée par M. Palisa (7 avril).

Palisa. — Découverte de quatre nouvelles planètes (273), (274), (275) et (276).

Elles ont été vues pour la première fois par M. Palisa, l'une le 8 mars, l'autre le 3 avril, la troisième le 15 avril et la quatrième le 17 avril.

Battermann (H.). — Rectifications relatives à quelques points de la théorie de l'aberration et de la vitesse de la lumière.

M. Battermann commence par rectifier certaines déductions contenues dans une Thèse qu'il a publiée en 1881 et qui a pour sujet la théorie de l'aberration; il paraît que, dans ses formules, on rencontre des termes qui n'ont point d'existence réelle. En somme, la théorie de Villarceau suffit

toujours à rendre compte des phénomènes. Un autre point, c'est de savoir si la vitesse de la lumière est indépendante du mouvement de la source lumineuse, comme on l'admet généralement, en conformité avec l'hypothèse fondamentale de la théorie des ondulations; il ne serait peut-être pas impossible de trancher la question par des mesures très minutieuses de la constante de l'aberration pour diverses étoiles. On se trouve donc à examiner ces questions par les recherches expérimentales récemment entreprises en Amérique par MM. Michelson et Morley, et qui ont pour objet la vérification de l'hypothèse de Fresnel sur l'entraînement par l'éther lumineux. On sait que, d'après Fresnel, l'éther participe au mouvement de translation d'un milieu transparent dans la proportion rapport $\frac{n^2 - 1}{n^2}$; on sait aussi qu'en 1859 M. Fizeau a démontré la réalité de cet entraînement par une série d'expériences extrêmement ingénieuses et délicates. MM. Michelson et Morley ont d'abord répété, avec de légères modifications, les expériences de M. Fizeau, et sont arrivés à un résultat identique (*American Journal of Science*, t. XXXI, 1886). Plus récemment, ils se sont proposé de mesurer la vitesse relative de l'éther par rapport à l'atmosphère terrestre, et l'ont trouvée nulle, ce qui est en contradiction avec la théorie admise. M. Battermann critique divers détails du travail des deux physiciens américains, mais il avoue qu'il n'a pas le *Mémoire* original et n'en connaît que des extraits, dont l'un a paru dans le *Sidereal Messenger* (novembre 1887). N'ayant nous-même sous la main ni le *Mémoire* en question ni les extraits dont parle M. Battermann, nous nous dispenserons de reproduire ses critiques.

Schaeberle. — Calcul des réfractions astronomiques.

L'auteur propose une modification destinée à rendre plus exactes les formules qu'il a précédemment données pour le calcul rapide des réfractions.

Schaeberle. — Erreur d'excentricité du sextant.

Pour mesurer l'erreur d'excentricité d'un sextant, M. Schaeberle a recours au procédé suivant. Ayant appliqué sur l'oculaire du sextant un diaphragme percé d'un trou fait par une pointe d'aiguille, il met l'oculaire en place, de façon que le diaphragme se trouve exactement dans le plan focal; la lunette est alors pointée sur le bain de mercure, et l'on mesure au sextant, tenu près de la surface du mercure, la distance angulaire des images directe et réfléchie du diaphragme éclairé. La valeur exacte de cette distance est fournie par la lecture du méridien.

Vogel (H.-C.). — Rapports sur les études préparatoires dont s'est chargé l'observatoire de Potsdam en vue de l'exécution photographique de la Carte du ciel.

On sait qu'avant de se séparer le Congrès astrophotographique du mois d'avril 1887 a nommé un Comité permanent, chargé d'assurer l'exécution de ses décisions et de centraliser les renseignements relatifs aux travaux préparatoires entrepris par les observatoires qui ont promis leur concours. M. Vogel, directeur de l'observatoire de Potsdam et l'un des secrétaires du Bureau du Comité permanent, commence aujourd'hui à faire connaître les résultats des études attribuées à l'observatoire en question. Déjà, M. Scheiner a rendu compte des recherches relatives à l'influence de la durée de pose sur l'exactitude des levés photographiques (*Bulletin astronomique*, t. V, p. 82; voir aussi : *Bulletin du Comité international permanent pour l'exécution photographique de la Carte du ciel*, 1^{er} fascicule, p. 67). Il reste à faire connaître celles qui se rapportent à la préparation des réseaux de repère, à l'étude des déformations de la couche sensible pendant les manipulations auxquelles elle est soumise, au choix de *test-objects*, etc. Dans la Note que nous avons sous les yeux, M. Vogel s'occupe en premier lieu des réseaux.

Les réseaux de repère, proposés par M. Lohse et adoptés par le Congrès, ne serviront pas seulement à reconnaître les déformations éventuelles de la couche sensible; ils seront encore d'un grand secours pour les mesures micrométriques des positions stellaires. Quant à la distance des lignes, il convient de la fixer à 5^{mm}.

La construction du réseau original, destiné à fournir des copies photographiques, a d'abord rencontré de grandes difficultés. On avait essayé de l'obtenir en rayant une couche de vernis déposée sur une plaque de verre; mais les images des traits brillants ainsi produits manquaient de rigueur et de finesse. La réduction photographique d'un réseau de fils de platine, tendus sur un cadre, permet de réaliser des traits d'une grande finesse, mais alors les épreuves n'ont pas le degré d'opacité voulu. M. Scheiner a finalement réussi en se servant de plaques de verre fortement argentées, sur lesquelles les traits sont gravés à la pointe d'acier (à l'aide d'une machine à diviser); mais ce n'est pas sans peine, car il a fallu donner à la pointe une forme spéciale pour éviter l'arrachement irrégulier de la couche d'argent. Les copies photographiques des réseaux tracés sur verre argenté montrent des lignes très noires, bien tranchées, et dont l'épaisseur ne dépasse pas 0^{mm},01. L'erreur moyenne d'un pointé des fils du micromètre sur une de ces lignes a été trouvée égale à $\pm 0^{\text{mm}},0008$, tandis qu'elle avait été de 0^{mm},0018 pour les disques

stellaires des clichés de MM. Henry; pour les dimensions des objets adoptées par le Congrès, ces quantités représentent respectivement 0° , et $0^{\circ},11$.

On a fait de ces réseaux de repère une première application, en les faisant servir à l'étude des déformations de la couche de gélatine. Pour collodion, la retraite et les déformations de l'image qu'elle entraîne peuvent atteindre, comme on sait, une grandeur très sensible; il n'est plus de même pour la gélatine, qui adhère plus fortement au verre. M. Scheiner a effectué un grand nombre de comparaisons micrométriques du réseau original et des copies photographiques, en mesurant une même distance de 65^{mm} tour à tour sur le réseau et sur la copie, en rapport à une division tracée sur une plaque argentée. Les différences ainsi constatées ne dépassent guère $0^{\text{mm}},01$. Pour trois plaques d'une provenance déterminée, on a trouvé en moyenne $0^{\text{mm}},006$; pour trois autres $0^{\text{mm}},008$. Ces différences sont d'ailleurs tantôt positives, tantôt négatives, avec une prépondérance à peine accusée dans le sens positif (dilatation); il semble aussi que, du moins pour certaines plaques, il y ait dilatation dans un sens, et contraction dans le sens perpendiculaire. La position de la plaque pendant le séchage est ici sans influence. Les déformations constatées se produisent pendant le développement de l'image; des mesures spéciales ont démontré que les opérations préparatoires (fixage, alunage) ne produisent plus de changement appréciable. Une variation de $0^{\text{mm}},006$ sur une longueur de 65^{mm} représente environ $\frac{1}{10000}$ de la distance mesurée. L'intervalle des traits de repère étant 5^{mm} , on n'aurait donc à craindre, de ce côté, que des erreurs de $0^{\text{mm}},00$ ou de $0^{\circ},03$, inférieures à l'erreur moyenne du pointé.

Les plaques de verre usitées en photographie n'étant pas irréprochablement planes, il faut veiller avec soin à ce que la lumière employée pour l'exécution des copies du réseau soit parallèle et l'incidence normale. L'emploi d'une lumière convergente peut avoir pour conséquence des déformations très sensibles, ainsi qu'on l'a constaté par des expériences spéciales. Pour obtenir un faisceau de rayons parallèles, on peut se servir de la lunette même, en plaçant au foyer un diaphragme éclairé par une lampe. C'est ainsi qu'ont été exécutées les copies employées par M. Vogel.

Luther (R.). — Orbite de la planète Hébé (6).

Krueger. — Sur le mode de correspondance adopté par le Bureau central de Télégraphie astronomique.

L'expérience ayant montré que la transmission des chiffres par le t

graphe se fait, en général, d'une manière très correcte et que les erreurs sont très rares, le Bureau central de Kiel s'en tient à un mode de correspondance fondé sur l'emploi de groupes de cinq chiffres pour toutes les données numériques. Le dernier groupe, qui donne la somme de tous les groupes précédents, sert simplement à en contrôler l'exactitude. La circulaire de M. Krueger contient des indications très détaillées, avec des exemples, pour la transcription des divers télégrammes, destinés à faire connaître, soit la découverte d'une comète ou d'une planète, soit une position observée ou calculée d'avance, soit enfin les éléments d'un astre nouvellement découvert. On pourra d'ailleurs aussi faire usage du *Science Observer Code*, pour faire parvenir un télégramme astronomique au Bureau de Kiel.

Safford (Truman-Henry). — Sur la réduction des positions stellaires par la méthode de Bohnenberger.

La méthode qui porte le nom de Bohnenberger est celle qui se trouve exposée (sans nom d'auteur) dans le *Traité de Brünnow* (p. 156) sous le titre de *Formules rigoureuses pour le calcul de la précession, etc.* On s'en sert pour les étoiles voisines du pôle, pour lesquelles la série ordonnée suivant les puissances du produit ($tn \tan \delta$) peut devenir divergente si l'intervalle t atteint une certaine grandeur, par exemple si t dépasse 180 ans pour $\delta = 89^\circ$. Comme critérium de l'emploi de la série de Bessel, M. Safford demande que $t \tan \delta$ soit < 489 . On trouve ainsi que, pour la Polaire, l'intervalle t ne doit pas dépasser 11 ans, pour qu'on puisse encore faire usage de la série qui fournit la précession en ascension droite, en se contentant des quatre premiers termes; de sorte qu'il faut faire le calcul par les formules de Bohnenberger de 20 en 20 ans, pour avoir des repères suffisamment exacts. Pour la Petite Ourse, ces repères devront être espacés de 16 ans seulement. Les intervalles critiques changent nécessairement avec le nombre de termes dont on veut tenir compte; mais l'emploi de la série devient incommode lorsqu'on l'étend trop loin. On s'assure, d'autre part, que le terme qui dépend de t^3 peut déjà devenir sensible (c'est-à-dire atteindre $0^{\circ},01$) pour $\delta = 45^\circ$, quand t dépasse 54 ans.

Dans les formules de Bohnenberger figurent les quantités auxiliaires $z + \lambda$, $z' - \lambda'$, θ , que M. Safford a réduites en Tables pour une série de dates échelonnées depuis 1755 jusqu'à 2100, en supposant qu'il s'agit de calculer la précession entre l'une de ces dates et l'époque 1855, et en faisant usage de la constante de Struve. Une autre Table, de moindre étendue, donne les mêmes quantités pour l'époque 1900, prise comme point de départ. M. Safford s'en est servi pour déterminer les change-

ments de position de la Polaire dans le cours des siècles; il a trouvé que la distance de cette étoile au pôle Nord atteindra un minimum ($0^{\circ}27'37''$) vers l'an 2102, et qu'elle restera pendant trois siècles inférieure à 1° .

Lorsqu'il s'agit de discuter une longue série de positions d'une étoile circumpolaire tirées de divers Catalogues, le procédé le plus simple serait d'établir par une discussion préliminaire sa position pour 1855,0, de la réduire aux époques des observations, et de comparer aux positions observées; on éviterait ainsi l'influence d'une ascension droite erronée sur les réductions de déclinaison.

M. Safford montre encore que les quantités $z + z' + \lambda - \lambda'$ et θ peuvent s'exprimer par les intégrales des différentielles mdt et ndt . Sa Note est une nouvelle édition, corrigée et augmentée, de celle qui avait paru dans les *Monthly Notices*, au mois de novembre dernier (*Bulletin*, V, p. 76).

Krueger. — Éléments et éphéméride de la comète Sawerthal.

Ces éléments, fondés sur les observations obtenues en Europe, du 21 au 27 mars, représentent assez mal l'observation du Cap, du 18 février, qui d'ailleurs est sujette à caution. Deux autres systèmes d'éléments ont été donnés par M. Becker et par M. Berberich.

Observations de comètes, de planètes, etc.

R. R.

ERRATA.

Page 143, formule (9'),

$$\Delta\delta = \Delta\delta_0 - \left[(i + \epsilon') \Delta\delta_0 + \frac{1}{2} \cos \delta \Delta\alpha^2 \right] \sin i''.$$

Page 144, 1^{re} des formules (11),

$$(1 + i \sin i'') p'' \cos \alpha'' = p \cos \alpha - [f \sin p \sin \alpha + B + (C + C') n].$$

Page 147, 1^{re} des formules (6),

$$\tan \Delta x = \frac{\Delta x_0}{1 - \tan \delta_0 \Delta \delta_0}.$$

Page 147, dernière formule,

$$\dots = \Delta x_0 + \tan \delta_0 \Delta x_0 \Delta \delta_0 + \tan^2 \delta_0 \Delta x_0 \Delta \delta_0^2 - \frac{1}{2} \Delta^2 x_0.$$

MÉMOIRES ET OBSERVATIONS.

APPLICATION DE LA MÉTHODE DE M. A. GAILLOT;

PAR M. F. BOQUET.

Après les récentes critiques dont la méthode de M. Fabritius vient d'être l'objet, il nous a paru de quelque intérêt de joindre aux réponses qui y ont été faites la comparaison, pour des étoiles assez voisines du pôle, des résultats qu'elle donne à ceux fournis par la méthode géométrique de M. Gaillot (*Bulletin astronomique*, t. I, p. 375). Nous avons, dans ce but, calculé de dix en dix jours, pour l'année 1889, les ascensions droites de deux étoiles circompolaires : λ Petite Ourse ($\varphi = 62'$) et 594 Schwerd ($\varphi = 38'$). D'après une remarque de M. A. Gaillot (*Bulletin astronomique*, t. I, p. 582), nous n'avons pas cru devoir faire la comparaison complète des distances polaires, nous bornant à vérifier l'accord de quelques termes. Comme nous donnons les éléments nécessaires à ce calcul, il sera facile de combler cette lacune.

Nous présentons d'abord, dans le Tableau suivant, les valeurs des nombres de réduction dont nous avons fait usage.

Valeurs des nombres de réduction à midi moyen à Paris.

Heures.	Degrés et min. de u et u' .	Secondes de		V en cent. de seconde.	log θ .	$10^6 m$.	$10^6 n$.	$10^7 p$.
		u .	u' .					
0...	—57.20	18,08	32,42	0	0,86886	—3955	+ 9241	+079
10...	—56.42	20,03	32,95	0	0,82634	—2498	+ 9661	+140
20...	—55. 1	44,07	55,31	1	0,77449	—1152	+ 9795	+203
30...	—52.11	35,39	45,11	1	0,72710	+0027	+ 9717	+259
40...	—51.47	49,35	58,17	1	0,68727	+1617	+ 9419	+308
50...	—52.13	4,53	12,29	2	0,62943	+3277	+ 8811	+347
60...	—49. 8	17,43	23,85	2	0,56629	+4326	+ 8196	+375
70...	—46.17	36,02	41,74	2	0,53530	+5348	+ 7450	+391
80...	—45.17	35,74	40,88	3	0,49715	+6504	+ 6405	+396
90...	—41. 1	38,63	42,73	3	0,43203	+7179	+ 5626	+389
100...	—32. 9	14,10	17,20	3	0,40273	+7381	+ 5435	+370
110...	—22.53	26,02	28,26	4	0,39735	+7551	+ 5342	+341
120...	—13.51	47,43	48,73	4	0,37267	+7734	+ 5265	+302

Valeurs des nombres de réduction à midi moyen à Paris (suite).

Dates 1889.	Degrés et min. de u et u' .	Secondes de		5 en cent. de seconde.	log θ .	$10^2 m$.	$10^2 n$.	
		u .	u' .					
MAI	10...	+ 0.23	41,50	11,54	5	0,36362	+7386	+ 5928
	20...	+15.42	7,04	8,68	5	0,41792	+6820	+ 6727
	30...	+24.37	57,73	60,51	5	0,46139	+6917	+ 6756
JUIN	9...	+35.49	12,63	16,83	6	0,49246	+6698	+ 7054
	19...	+47.30	30,31	36,47	6	0,55956	+6364	+ 7386
	29...	+53.23	53,65	61,35	6	0,61903	+6732	+ 7028
JUIL.	9...	+59.18	11,63	50,61	7	0,65574	+7056	+ 6622
	19...	+66.48	4,20	14,80	7	0,69908	+7175	+ 6363
	29...	+71.26	40,70	52,86	7	0,74528	+7582	+ 5690
AOÛT	8...	+74.29	29,76	43,14	8	0,77975	+8076	+ 4728
	18...	+78.15	38,95	53,27	8	0,80219	+8427	+ 3792
	28...	+81.59	27,06	42,46	8	0,82919	+8707	+ 2791
SEPT.	7...	+83.26	35,75	52,41	9	0,86161	+8971	+ 1386
	17...	+84. 7	53,27	70,55	9	0,87702	+9054	— 0182
	27...	+85.43	33,04	50,94	10	0,89136	+8940	— 1619
OCT.	7...	+86.37	16,81	35,95	10	0,92017	+8608	— 3140
	17...	+85.44	3,64	23,74	10	0,94174	+7920	— 4844
	27...	+85.12	12,33	33,21	11	0,95877	+6979	— 6350
Nov.	6...	+85.35	7,48	29,58	11	0,98320	+5916	— 7562
	16...	+85.21	47,06	70,66	11	1,01175	+4590	— 8616
	26...	+84.29	34,29	59,41	12	1,03933	+2999	— 9438
DÉC.	6...	+84.40	21,19	47,65	12	1,06191	+1473	— 9899
	16...	+85.38	6,29	34,39	12	1,08744	—0034	—10066
	26...	+86. 6	18,54	48,70	13	1,11782	—1505	— 9958

COMPARAISON DES RÉSULTATS FOURNIS PAR LES DEUX MÉTHODES.

1° λ *Petite Ourse*.

Nous avons adopté les coordonnées moyennes de la *Connaissance des Temps* pour 1889 :

$$\lambda = 19^h 34^m 39^s, 51, \quad \alpha = 88^\circ 57' 53'', 1.$$

Dans l'application de la méthode de M. Gaillot, nous avons corrigé ces coordonnées de la partie constante de l'aberration

$$\delta\lambda = +1'', 23, \quad \delta\alpha = -0'', 1.$$

Enfin nous avons tenu compte du mouvement propre en ascension droite (*Annales du Bureau des Longitudes*, t. I, p. B. 70)

$$\mu = -0^s,048.$$

Les positions apparentes des circompolaires de la *Connaissance des Temps* ayant été calculées par la méthode de M. Fabritius, nous avons comparé directement nos résultats à ceux donnés dans ce Recueil. Dans le Tableau suivant, (G) désigne les secondes ascensions droites apparentes obtenues par la méthode de Gaillot, et (G — F) les différences Gaillot moins Fabritius exprimées en centièmes de seconde.

λ Petite Ourse. — Au passage supérieur à Paris.

		G.	G — F.			G.	G — F.
1890.				1889.			
ANV.	0.....	52,49	+1	JUILL.	8.....	44,69	+3
	10.....	48,55	+2		18.....	41,92	+2
	19.....	46,71	+2		28.....	37,53	—1
	29.....	47,55	0	AOUT	7.....	31,71	0
FÉVR.	8.....	51,28	+1		17.....	23,91	+3
	18.....	56,53	—2		27.....	14,13	+3
	28.....	3,42	—2	SEPT.	6.....	3,04	+3
MARS	10.....	12,83	+1		16.....	51,38	+2
	20.....	23,35	0		26.....	38,36	+4
	30.....	33,87	—1	OCT.	6.....	23,98	0
AVRIL	9.....	45,27	+1		16.....	10,10	—1
	19.....	56,93	+2		26.....	56,28	—1
	29.....	7,74	—1	NOV.	5.....	41,89	+1
Mai	9.....	17,43	+1		15.....	28,33	+2
	19.....	26,08	—1		25.....	16,18	+2
	29.....	33,86	+3	DÉC.	5.....	5,20	+3
JUN	8.....	39,37	+3		15.....	55,44	+4
	18.....	42,51	0		25.....	47,57	0
	28.....	44,62	+1				

Le plus grand écart n'est que de 0^s,04.

2^o 594 *Schwerd*.

α , en 1855,0, d'après les observations de R. Carrington à Cambridge, et de Schwerd à Speyer (1^{er} Appendice du *Catalogue de Carrington*),

$$\lambda = 10^h 26^m 22^s, 10. \quad (\omega = 89^{\circ} 32' 0'', 6;$$

on en a déduit, pour les coordonnées moyennes en 1889 non affectées de la partie constante de l'aberration,

$$\alpha = 10^h 54^m 40^s, 07, \quad \odot = 89^{\circ} 21' 18'', 4.$$

Les petites corrections relatives à la partie constante de l'aberration ont pour valeurs

$$\delta\alpha = + 0'', 90, \quad \delta\odot = - 0'', 3.$$

Dans le Tableau suivant (G) et (G — F) ont la même signification que ci-dessus.

594 *Schwerd.* — *A midi moyen à Paris.*

		G.			G — F.			G.			G — F.
1889.		h	m	s		1889.		h	m	s	
JANV.	0.....	10.54.59,45			—4	JUILL.	9.....	10.53.30,19			0
	10.....	10.55.18,91			—4		19.....	10.53.19,15			—3
	20.....	10.55.36,16			+3		29.....	10.53. 9,48			+2
	30.....	10.55.49,96			—3	AOUT	8.....	10.53. 1,84			+3
FÉVR.	9.....	10.56. 1,00			—4		18.....	10.52.57,70			+2
	19.....	10.56. 9,69			—1		28.....	10.52.56,85			—1
MARS	1.....	10.56.14,11			—4	SEPT.	7.....	10.52.57,94			0
	11.....	10.56.13,73			—4		17.....	10.53. 1,43			+3
	21.....	10.56.10,66			+3		27.....	10.53. 8,80			0
	31.....	10.56. 4,69			—1	OCT.	7.....	10.53.19,15			+3
AVRIL	10.....	10.55.54,33			—4		17.....	10.53.30,65			—3
	20.....	10.55.40,98			—2		27.....	10.53.44,81			—3
	30.....	10.55.26,55			+2	Nov.	6.....	10.54. 2,13			—7
MAI	10.....	10.55.10,58			—1		16.....	10.54.20,67			—6
	20.....	10.54.52,61			+2		26.....	10.54.39,61			—4
	30.....	10.54.34,19			+2	DÉC.	6.....	10.55. 0,04			—9
JUN	9.....	10.54.17,13			+2		16.....	10.55.21,51			—7
	19.....	10.54. 0,73			+1		26.....	10.55.42,14			+9
	29.....	10.53.44,30			—1						

Les différences, quoique un peu plus grandes que pour la Petite Ourse, sont encore très faibles. Il est à remarquer que les plus grands écarts correspondent au maximum de la réduction à la position apparente en distance polaire (nov. 6 à déc. 26).

En somme, les résultats qui précèdent montrent clairement que, toutes les fois qu'on ne veut pas pousser jusqu'aux millièmes de seconde de temps les valeurs des ascensions droites apparentes des étoiles circompolaires, la méthode de M. Fabritius donne des résultats d'une précision suffisante et bien supérieure à celle des autres.

méthodes d'approximation. On se convaincra de ce dernier point, soit en se reportant à l'application donnée par M. A. Gaillot (*Bulletin astronomique*, t. I, p. 577), soit en comparant directement les valeurs des ascensions droites apparentes de la Petite Ourse données ci-dessus (col. G) à celles fournies par les diverses éphémérides.

Il n'en reste pas moins acquis que c'est à la méthode de M. Gaillot qu'on devra recourir quand on voudra une grande précision, d'autant plus que, comme nous l'avons déjà dit, elle ne conduit pas à des calculs beaucoup plus longs que les autres méthodes.

RECHERCHES SUR LA RÉPARTITION DES POINTS RADIANTS,
D'APRÈS LES MOIS DE L'ANNÉE ET D'APRÈS LES COORDONNÉES CÉLESTES.

Influence de la Voie lactée et de l'apex. Densité météorique
de la voûte céleste. Durée moyenne du fonctionnement des points radiants.

PAR LE GÉNÉRAL D^r ALEXIS DE TILLO.

J.-V. Schiaparelli, dans son Ouvrage *Note e Riflessioni sulla teoria astronomica delle stelle cadenti* (*), n'a pas pu entrer dans une discussion sur la répartition des points radiants, vu qu'il n'avait à sa disposition que le petit Catalogue de Zezioli, qui ne contenait que 189 points radiants. L'étude de cette partie de l'Astronomie a pourtant fait depuis d'énormes progrès, et nous possédons maintenant toute une série de Catalogues de points radiants.

Mon travail est basé sur un Catalogue général des essaims météoriques ou points radiants, qui a été composé par M. J.-A. Kleiber (†) et qui a été publié, en 1884, par l'Université de Saint-Petersbourg. Je me suis servi d'un exemplaire fondamentalement révisé par M. le professeur S. Glasenapp.

Le Catalogue de M. Kleiber contient 60 pages. Les points radiants sont donnés avec l'indication de leurs époques, de leurs ascensions

(*) *Entwurf einer astronomischen Theorie der Sternschnuppen*, von J.-V. Schiaparelli, herausgegeben von Georg von Boguslawski. Stettin; 1871.

(†) *Астрономическая теория падающих звездъ. I. А. Клейберъ. Сочинение удостоенное золотой медали и изданное И. С. П. университетомъ. С. П. Б. 1884. Каталогъ радиантовъ, стр. 10-200.*

droites et déclinaisons, du nombre d'étoiles observées (parfois du nom du Catalogue originaire (Heis, Denning, Weiss, Gr Greg, Sawyer, Corder, Konkoly, Neumayer, Schmit, Tup Zezioli, Schiaparelli). Le nombre total des points radiants est à 1490, ayant été observés pendant 26049 jours (somme total

J'ai commencé par composer des listes par mois, et d'après ascensions droites et les déclinaisons, en répartissant les radiants de cinq en cinq degrés; puis j'ai répété la répartition indiquée d'après un autre principe, savoir : au lieu de prendre pour un point radiant, j'ai introduit une nouvelle unité, que je nomme *unité de radiation*, et qui est égale au fonctionnement ou durée d'un point radiant pendant un jour.

Les listes susmentionnées sont d'une trop grande étendue pour être publiées. Il suffira de donner ici des listes abrégées.

1. *Marche annuelle dans la répartition des radiants.* — Les résultats numériques se trouvent dans les Tableaux A, B et C.

TABLEAU A.

Nombres de points radiants pour tous les mois de l'année, répartis d'après ascensions droites et les déclinaisons.

Déclinaison.							Déclinaison.						
N. 90-0. 60-30. 30-0. S. 0-30. 30-60. Sommes.							N. 90-60. 60-30. 30-0. S. 0-30. 30-60. S.						
Janvier.							Février.						
R 30 ⁽¹⁾	1	3	0	0	0	4	2	1	1	0	0		
60...	4	2	0	1	0	7	0	2	2	0	0		
90...	2	1	3	0	0	6	3	5	3	0	0		
120...	2	4	3	1	0	10	3	4	2	1	1		
150...	3	8	4	2	1	18	1	4	3	2	0		
180...	1	8	5	0	0	14	1	4	6	1	1		
210...	2	5	4	3	0	14	0	5	1	5	1		
240...	1	12	7	2	1	23	1	6	5	4	2		
270...	3	2	2	1	0	8	3	2	3	1	0		
300...	1	1	0	0	0	2	0	0	1	1	0		
330...	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0		
360...	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Sommes.	20	46	28	10	2	106	15	33	27	15	5		
R ₀ = 297°, (D ₀ = -20°.							R ₀ = 327°, (D ₀ = -						

(¹) On a écrit, pour abrégé, 30° au lieu de 0° à 30°, 60° au lieu de 30° à 90°, ainsi de suite.

MÉMOIRES ET OBSERVATIONS.

239

Déclinaison.							Déclinaison.						
N. 30-0.	60-30.	30-0.	S. 0-30.	30-60.	Sommes.		N. 30-0.	60-30.	30-0.	S. 0-30.	30-60.	Sommes.	
<i>Mars.</i>							<i>Avril.</i>						
30...	3	0	0	0	0	3	1	0	0	0	0	1	
60...	3	2	1	0	0	6	2	0	0	0	0	2	
90...	3	2	1	0	0	6	1	1	0	0	0	2	
120...	1	7	1	0	1	10	1	4	0	0	0	5	
150...	2	5	5	2	1	15	1	5	2	0	1	9	
180...	2	3	8	4	0	17	2	7	7	1	0	17	
210...	1	10	6	6	2	25	2	12	11	6	0	31	
240...	3	6	6	3	0	18	7	10	14	3	0	34	
270...	3	5	10	1	0	19	5	9	12	4	0	30	
300...	1	2	4	3	0	10	1	13	9	4	1	28	
330...	2	2	1	0	0	5	3	7	5	2	0	17	
360...	1	1	0	0	0	2	2	13	0	1	0	4	
Sommes.	25	45	43	19	4	136	28	69	60	21	2	180	
$R\odot = 357^\circ, \quad \odot\odot = -2^\circ.$							$R\odot = 27^\circ, \quad \odot\odot = +10^\circ.$						

<i>Mai.</i>							<i>Juin.</i>						
30...	1	1	1	0	0	3	2	4	1	0	0	7	
60...	0	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0	2	
90...	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	
120...	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
150...	1	1	0	0	0	2	0	1	0	0	0	1	
180...	0	2	4	1	0	7	1	2	0	0	0	3	
210...	2	7	5	3	0	17	1	3	3	0	0	7	
240...	3	7	8	4	1	23	2	5	4	0	0	11	
270...	1	6	6	3	1	17	3	6	8	5	1	23	
300...	1	7	5	1	1	15	3	7	7	7	1	25	
330...	5	4	5	2	0	16	7	5	10	3	0	25	
360...	0	3	2	1	0	6	0	4	6	0	0	10	
Sommes.	14	40	36	15	3	108	20	39	39	15	2	115	
$R\odot = 57^\circ, \quad \odot\odot = +19^\circ.$							$R\odot = 87^\circ, \quad \odot\odot = +23^\circ.$						

<i>Juillet.</i>							<i>Août.</i>						
30...	13	12	11	1	0	37	12	26	15	2	0	55	
60...	4	8	1	2	0	15	7	17	9	1	0	34	
90...	2	2	0	0	0	4	10	10	3	1	0	24	
120...	4	0	0	0	0	4	3	4	0	0	0	7	
150...	2	0	0	0	0	2	4	1	0	0	0	5	
180...	2	3	0	0	0	5	5	1	0	0	0	6	
210...	1	0	1	0	0	2	0	1	0	0	0	1	

MÉMOIRES ET OBSERVATIONS.

Déclinaison.							Déclinaison.						
N.90-60.	60-30.	30-0.	S.0-30.	30-60.	Sommes.		N.90-60.	60-30.	30-0.	S.0-30.	30-60.	Sommes.	
Juillet (suite).							Août (suite).						
R 240...	2	6	5	0	0	13	4	2	0	0	0	6	
270...	5	5	7	5	0	22	8	6	8	2	2	26	
300...	8	16	12	8	1	45	7	13	15	7	0	42	
330...	8	15	13	11	0	47	9	17	9	2	2	39	
360...	6	14	13	7	2	42	16	22	14	9	0	61	
Sommes.	57	81	63	34	3	238	85	120	73	24	4	306	
R $\odot$ = 117°, D $\odot$ = +21°.							R $\odot$ = 147°, D $\odot$ = +13°.						
Septembre.							Octobre.						
R 30...	5	9	16	3	0	33	2	12	19	1	1	35	
60...	9	18	7	1	0	35	5	17	15	5	0	42	
90...	6	14	9	2	0	31	2	14	16	2	1	35	
120...	0	5	4	0	0	9	5	10	16	1	0	32	
150...	3	2	0	0	0	5	3	7	7	0	0	17	
180...	3	1	0	0	0	4	3	5	2	0	0	10	
210...	2	0	0	0	0	2	2	2	0	0	0	4	
240...	2	1	0	0	0	3	1	1	0	0	0	2	
270...	3	4	3	0	0	10	4	2	0	0	0	6	
300...	3	7	5	0	0	15	2	4	0	0	0	6	
330...	4	6	4	0	1	15	8	5	1	0	1	15	
360...	4	6	12	3	1	26	1	6	5	3	0	15	
Sommes.	44	73	60	9	2	188	38	85	81	12	3	219	
R $\odot$ = 177°, D $\odot$ = +3°.							R $\odot$ = 207°, D $\odot$ = -9°.						
Novembre.							Décembre.						
R 30...	4	8	4	1	1	18	1	5	1	1	0	8	
60...	6	7	14	1	0	28	2	5	6	0	0	13	
90...	2	17	12	0	0	31	2	7	6	0	1	16	
120...	3	7	9	1	0	20	2	8	7	0	1	18	
150...	5	10	15	0	0	30	4	7	7	0	1	19	
180...	3	5	4	1	0	13	3	6	4	1	0	14	
210...	3	6	0	0	0	9	4	5	2	1	0	12	
240...	0	1	0	0	0	1	0	4	0	0	0	4	
270...	2	0	0	0	0	2	3	0	0	0	0	3	
300...	3	3	0	0	0	6	3	1	0	0	0	4	
330...	4	1	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	
360...	2	4	0	0	0	6	2	1	1	0	0	4	
Sommes.	37	69	58	4	1	169	26	49	34	3	3	115	
R $\odot$ = 237°, D $\odot$ = -18°.							R $\odot$ = 267°, D $\odot$ = -22°.						

TABLEAU B.

**Nombres de jours du fonctionnement des points radiants pour tous les mois
de l'année, répartis d'après les ascensions droites et les déclinaisons.**

Déclinalson.							Déclinalson.						
N. 90-60. 60-30.			30-0. S. 0-30. 30-60.		Sommes.		N. 90-60. 60-30.			30-0. S. 0-30. 30-60.		Sommes.	
Janvier.							Février.						
N	30°...	31	46	0	0	0	77	54	28	14	0	0	96
	60°...	62	6	0	17	0	85	0	14	56	0	0	70
	90°...	48	11	77	0	0	136	84	59	39	0	0	182
	120°...	40	66	69	31	0	206	45	89	56	17	28	235
	150°...	27	140	53	30	31	281	28	66	76	56	0	226
	180°...	15	133	49	0	0	197	28	68	123	19	28	266
	210°...	32	74	8	33	0	147	0	90	1	58	23	172
	240°...	16	66	44	18	11	155	28	40	62	40	24	194
	270°...	46	19	28	11	0	104	35	2	30	23	0	90
	300°...	15	17	0	0	0	32	0	0	28	1	0	29
	330°...	0	0	0	0	0	0	28	0	0	0	0	28
	360°...	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sommes.		332	578	328	140	42	1420	330	456	485	214	103	1588
$\text{MO} = 297^\circ, \quad \text{DO} = -20^\circ.$							$\text{MO} = 327^\circ, \quad \text{DO} = -13^\circ.$						

$$\alpha_{\odot} = 297^{\circ}, \quad \delta_{\odot} = -20^{\circ}.$$
$$\alpha_{\odot} = 327^{\circ}, \quad \delta_{\odot} = -13^{\circ}.$$

Mars.

Avril.

A	30...	28	0	0	0	0	28	12	0	0	0	0	12
	60...	66	27	12	0	0	105	3	0	0	0	0	3
	90...	28	25	12	0	0	65	21	15	0	0	0	36
	120...	12	106	12	0	31	161	1	58	0	0	0	59
	150...	13	66	49	17	31	176	12	52	24	0	30	118
	180...	32	8	145	64	0	249	13	41	62	2	0	118
	210...	29	106	36	49	32	252	31	172	161	124	0	488
	240...	14	25	101	14	0	154	67	128	214	52	0	461
	270...	31	25	76	23	0	155	88	64	94	48	0	294
	300...	31	14	15	9	0	69	1	116	48	26	30	221
	330...	27	23	1	0	0	51	6	31	81	2	0	120
	360...	1	1	0	0	0	2	16	1	0	30	0	47
Sommes.	312	426	459	176	94	1467	271	678	684	284	60	1977	

$$\alpha_{\odot} = 357^{\circ}, \quad \delta_{\odot} = -2^{\circ}.$$
$$\text{RA} = 27^{\circ}, \quad \text{Dec} = +10^{\circ}.$$

MÉMOIRES ET OBSERVATIONS.

Déclinaison.							Déclinaison.						
	N. 90-60.	60-30.	30-0.	S. 0-30.	30-60.	Sommes.		N. 90-60.	60-30.	30-0.	S. 0-30.	30-60.	So
<i>Mai.</i>							<i>Juin.</i>						
R 30...	6	31	6	0	0	43	18	45	13	0	0	0	
60...	0	6	0	0	0	6	5	13	0	0	0	0	
90...	4	0	0	0	0	4	0	5	0	0	0	0	
120...	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
150...	14	31	0	0	0	45	0	12	0	0	0	0	
180...	0	28	75	13	0	116	30	36	0	0	0	0	
210...	45	76	62	64	0	247	30	44	21	0	0	0	
240...	25	40	66	105	31	267	26	79	36	0	0	0	
270...	31	53	90	43	31	248	39	58	101	91	30	0	
300...	6	135	40	6	6	193	23	91	115	92	13	0	
330...	87	52	67	8	0	214	90	79	118	48	0	0	
360...	0	17	12	31	0	60	0	61	69	0	0	0	
Sommes.	218	469	418	270	68	1443	261	523	473	231	43	1	
$R\odot = 57^\circ, D\odot = +19^\circ.$							$R\odot = 87^\circ, D\odot = +2$						

<i>Juillet.</i>							<i>Août.</i>						
R 30...	101	172	197	31	0	501	145	317	200	24	0	0	
60...	55	93	2	2	0	152	47	268	104	30	0	0	
90...	8	28	0	0	0	36	56	92	44	1	0	0	
120...	7	0	0	0	0	7	19	38	0	0	0	0	
150...	10	0	0	0	0	10	40	3	0	0	0	0	
180...	8	29	0	0	0	37	45	2	0	0	0	0	
210...	3	0	11	0	0	14	0	17	0	0	0	0	
240...	19	28	36	0	0	83	13	14	0	0	0	0	
270...	82	52	96	111	0	341	102	41	70	24	60	0	
300...	41	204	160	103	31	539	89	175	113	57	0	0	
330...	62	222	150	78	0	512	64	222	95	42	42	0	
360...	63	170	189	119	32	573	107	255	238	178	0	0	
Sommes.	459	998	841	444	63	2805	727	1444	864	356	102	1	
$R\odot = 117^\circ, D\odot = +21^\circ.$							$R\odot = 147^\circ, D\odot = +$						

<i>Septembre.</i>							<i>Octobre.</i>						
R 30...	87	187	263	71	0	608	50	183	239	30	30	0	
60...	123	284	150	25	0	582	54	285	150	46	0	0	
90...	67	216	114	26	0	423	10	212	184	15	1	0	
120...	0	97	65	0	0	162	44	188	179	2	0	0	
150...	61	32	0	0	0	93	37	122	36	0	0	0	
180...	40	23	0	0	0	63	75	53	6	0	0	0	
210...	16	0	0	0	0	16	32	4	0	0	0	0	
240...	27	14	0	0	0	41	17	1	0	0	0	0	

Déclinaison.							Déclinaison.						
N. 30-60.	60-30.	30-0.	S. 0-30.	30-60.	Sommes.		N. 30-60.	60-30.	30-0.	S. 0-30.	30-60.	Sommes.	
<i>Septembre (suite).</i>							<i>Octobre (suite).</i>						
R 270...	43	55	51	0	0	149	18	15	0	0	0	33	
300...	58	147	138	0	0	343	6	40	0	0	0	46	
330...	60	85	90	0	31	266	125	57	30	0	30	242	
360...	46	136	197	70	31	480	7	77	104	64	0	252	
Sommes.	628	1276	1068	192	62	3226	475	1237	928	157	61	2858	
$R\odot = 177^\circ, \quad \odot\odot = +3^\circ.$							$R\odot = 207^\circ, \quad \odot\odot = -9^\circ.$						

<i>Novembre.</i>							<i>Décembre.</i>						
R 30...	88	109	29	23	30	279	11	109	31	31	0	182	
60...	53	105	258	1	0	417	49	90	126	0	0	265	
90...	43	193	142	0	0	378	36	149	131	0	31	347	
120...	33	72	104	30	0	239	2	145	122	0	31	300	
150...	70	156	215	0	0	441	106	110	111	0	31	358	
180...	58	55	73	6	0	192	51	36	25	21	0	133	
210...	49	75	0	0	0	124	63	54	11	31	0	159	
240...	0	0	3	0	0	3	0	34	0	0	0	34	
270...	12	0	0	0	0	12	78	0	0	0	0	78	
300...	20	56	0	0	0	76	51	9	0	0	0	60	
330...	23	13	0	0	0	36	0	0	0	0	0	0	
360...	13	39	0	0	0	52	44	31	1	0	0	76	
Sommes.	462	873	824	60	30	2249	491	767	558	83	93	1992	
$R\odot = 237^\circ, \quad \odot\odot = -18^\circ.$							$R\odot = 267^\circ, \quad \odot\odot = -22^\circ.$						

TABLEAU C.

	Nombre de radiants.	Nombre d'unités de radiation.	Marche annuelle en centièmes du nombre total		
			des radiants (a).	des jours de radiation (b).	des météores (c).
Janvier.....	106	1420	5,4	5,4	3,4
Février.....	95	1588	4,8	6,1	2,2
Mars.....	136	1467	6,9	5,6	2,1
Avril.....	180	1977	9,1	7,6	6,8
Mai.....	108	1443	5,5	5,5	2,6
Juin.....	115	1531	5,8	5,9	2,9
Juillet.....	238	2805	12,0	10,9	12,1
Moût.....	306	3493	15,5	13,4	38,1
Septembre.....	188	3226	9,6	12,4	5,1
Octobre.....	219	2858	11,0	11,0	8,5
Novembre.....	169	2249	8,6	8,6	11,3
Décembre.....	115	1992	5,8	7,6	4,9
Nombre total..	1975	26049	100,0	100,0	100,0

La première colonne du Tableau C renferme nécessairement beaucoup de répétitions, car les radiants qui fonctionnent pendant quelques mois et qui sont au nombre de 485 n'en sont pas 485. La seconde colonne a l'avantage d'être correcte sous ce rapport. En posant le nombre total égal à 100 pour 100, nous aurons des chiffres correspondants donnant la marche annuelle du nombre des radiants. Ces chiffres se trouvent dans les colonnes (a) et (b) du Tableau. J'ai ajouté encore la colonne (c) avec les nombres calculés par W.-F. Denning (1) dans les *Monthly Notices*. La première moitié de l'année, suivant mes calculs, n'a que 37 pour 100 du nombre total des radiants et, par contre, la seconde moitié de l'année en possède 63 pour 100. On sait que cette différence provient des différentes positions de l'apex, qui se trouve pendant la première moitié de l'année dans l'hémisphère austral et pendant la seconde moitié de l'année dans l'hémisphère boréal.

2. Pour l'année entière, la répartition des points radiants pendant les jours de leur fonctionnement d'après les ascensions et d'après les déclinaisons est donnée dans les Tableaux I et II.

TABLEAU D.

Régions.	Nombre des radiants. Déclinaison.					Sommes.	Pourcentage du nombre pour 90°-0
	N. 90-60.	60-30.	30-0.	S. 0-30.	30-60.		
I {	0°-30°...	34	53	47	7	2	143
	30-60...	33	63	40	10	0	146
	60-90...	26	57	39	5	2	129
II {	90-120...	20	34	33	4	2	93
	120-150...	19	39	32	4	4	98
	150-180...	16	36	30	6	1	89
III {	180-210...	13	42	25	17	3	100
	210-240...	21	50	34	10	3	118
	240-270...	35	36	46	17	4	138
IV {	270-300...	23	58	43	27	3	154
	300-330...	38	50	36	18	4	146
	330-360...	29	47	38	19	3	136
		307	565	443	144	31	1490
							100,0

(1) *Monthly Notices*, vol. XLVII, n° 1, 1886. Ces chiffres sont basés sur le nombre des météores observés et non sur le nombre des points radiants.

TABLEAU E.

		Nombre de jours de radiation. Déclinaison.							En centièmes du nombre total pour 90°-0° D. N.	
Régions.		N. 90-60.	60-30.	30-0.	S. 0-30.	30-60.	Sommes.			
I	0°-30°...	631	1227	992	210	60	3120	12,6	33,3	I
	30-60°...	517	1191	858	121	0	2687	11,2		
	60-90°...	405	1015	733	42	32	2227	9,5		
II	90-120°...	203	859	607	80	90	1839	7,4	21,7	II
	120-150°...	418	790	564	103	123	1998	7,8		
	150-180°...	395	512	558	125	28	1618	6,5		
III	180-210°...	330	712	311	359	55	1767	6,0	18,9	III
	210-240°...	252	469	562	229	66	1578	5,7		
	240-270°...	605	384	636	374	121	2120	7,2		
IV	270-300°...	341	1005	657	294	80	2377	8,9	26,1	IV
	300-330°...	572	783	632	178	103	2268	8,8		
	330-360°...	297	788	810	492	63	2450	8,4		
		4966	9735	7920	2607	821	26049	100,0		

Il sera utile de comparer mes résultats avec ceux que M. W.-F. Denning a donnés dans son article « Distribution of Meteor streams ». Cette comparaison se trouve dans les Tableaux qui suivent, F et G.

TABLEAU F.

Ascension droite.	Nomb. de points rad. en centièmes pour toutes les décln.		Nombre de jours de fonct. en centièmes pour toutes les déclinaisons.
	W.-F. Denning.	A. de Tillo.	
0°-30°.....	12,4	9,6	12,1
30-60.....	14,6	9,8	10,4
60-90.....	10,3	8,7	8,5
90-120.....	7,6	6,2	7,0
120-150.....	6,3	6,6	7,7
150-180.....	4,7	6,0	6,2
180-210.....	4,8	6,7	6,8
210-240.....	6,1	7,9	6,0
240-270.....	7,2	9,3	8,1
270-300.....	8,7	10,3	9,1
300-330.....	8,0	9,8	8,7
330-360.....	9,3	9,1	9,4
	100,0	100,0	100,0

TABLEAU G.

Déclinaison.	Nombre de radiants en centièmes du nombre total.	
	W.-F. Denning.	A. de Tillo.
90-80° N.....	1,3	3,9
80-70.....	4,7	5,9
70-60.....	8,0	11,0
60-50.....	15,6	12,8
50-40.....	16,1	13,1
40-30.....	13,7	11,9
30-20.....	12,9	10,8
20-10.....	11,0	11,5
10- 0 N.....	6,9	7,4
0-10 S.....	4,2	5,0
Au-dessous de -10° S.....	5,6	6,7
	100,0	100,0

Le maximum se trouve à l'ascension droite zéro, ce qui s'explique facilement par le fait que l'antihéliion traverse le zéro d'ascension droite quand l'apex atteint la déclinaison + 23°.

Par contre, le minimum météorique se trouve dans les régions qui ont 180° d'ascension droite, car l'antihéliion traverse l'ascension de 180° quand l'apex possède la déclinaison australe - 23°.

Pour tenir compte de la superficie des différentes régions, j'ai construit les Tableaux J, K, J', K', qui donnent le nombre de points radiants et le nombre de jours de radiation contenus dans une surface égale à 10° carrés de la sphère céleste.

Pour l'année entière :

TABLEAU J.

Densité météorique de la voûte céleste.

Ascension droite.	Nombre de points radiants sur une superficie de 10° carrés. Déclinaison.					Moyenne pour l'hémisphère boréal. N. 90-0.
	N. 90-60.	60-30.	30-0.	S 0-30.	30-60.	
I { 0- 30.....	1,5	0,9	0,6	0,1	0,03	0,78
I { 30- 60.....	1,4	1,0	0,5	0,1	0,00	0,79
I { 60- 90.....	1,1	0,9	0,5	0,1	0,03	0,71
II { 90-120.....	0,9	0,6	0,4	0,0	0,03	0,51
II { 120-150.....	0,8	0,6	0,4	0,0	0,06	0,52
II { 150-180.....	0,7	0,6	0,3	0,1	0,00	0,48

Nombre de points radiants sur une superficie de 10° carrés. Déclinaison.						Moyenne pour l'hémisphère boréal.	
Ascension droite.	N. 90-60.	60-30.	30-0.	S. 0-30.	30-60.	N. 90-0.	
III {	180-210°.....	0,6	0,3	0,3	0,2	0,05	0,47
	210-240.....	0,9	0,8	0,4	0,1	0,05	0,61
	240-270.....	1,5	0,6	0,5	0,2	0,06	0,68
IV {	270-300.....	1,0	1,0	0,5	0,3	0,05	0,72
	300-330.....	1,7	0,8	0,4	0,2	0,06	0,72
	330-360.....	1,3	0,8	0,4	0,2	0,05	0,66
Moyenne						0,65	

TABLEAU K.

Nombre de jours de radiation sur une superficie de 10° carrés. Déclinaison.							Moyenne pour l'hémisphère boréal.
	N. 90-60.	60-30.	30-0.	S. 0-30.	30-60.		
I {	0- 30°.....		21	11	3	1	16
	30- 60°.....	24	19	10	2	0	15
	60- 90°.....		17	9	1	1	12
II {	90-120°.....		13	7	1	2	10
	120-150°.....	17	13	7	1	2	10
	150-180°.....		8	7	2	1	9
III {	180-210°.....		12	4	4	1	8
	210-240°.....	16	8	7	3	1	8
	240-270°.....		7	7	4	2	9
IV {	270-300°.....		17	8	4	1	12
	300-330°.....	20	13	7	2	2	11
	330-360°.....		13	9	6	1	11
Moyenne.....							11

TABLEAU J'.

TABLEAU K'.

Régions.	Nombre de points radiants sur 10° carrés.					Nombre de jours de radiation sur 10° carrés.				
	N. 90-60.	60-30.	30-0.	S. 0-30.	30-60.	N. 90-60.	60-30.	30-0.	S. 0-30.	30-60.
I 0-90°.	1,35	0,92	0,49	0,09	0,02	24	19	10	2	1
I 90-180.	0,80	0,58	0,37	0,05	0,04	17	11	7	1	2
I 180-270.	1,00	0,68	0,41	0,17	0,05	16	9	6	4	1
I 270-360.	1,30	0,82	0,45	0,25	0,05	20	14	8	4	1
Moyennes.	1,12	0,75	0,43	0,14	0,04	18	13	8	3	1

En nous bornant à l'hémisphère boréal, nous aurons :

	Nomb. tot. de points rad. 90°-0° N.	Nomb. de points. radiants sur 10° carr. Densité.	Nomb. tot. de jours de rad. 90°-0° N.	Nomb. de jours de rad. sur 10° carrés. Densité.
I 0-90°..	392	0,76	7569	14,7
II 90-180°..	259	0,50	4906	9,5
III 180-270°..	302	0,59	4261	8,1
IV 270-360°..	362	0,70	5885	11,4

Comme résultat principal nous aurons les données suivantes :

	Nombre total de points radiants.	En centièmes.	Nombre de radiants sur 10° carrés.
90°-270° II + III....	561	42,7	0,55
270- 90 I + IV....	754	57,3	0,73 (Voie lactée)
Sommes.....	1315	100,0	

	Nombre total de jours de radiat.	En centièmes.	Nombre de jours de rad. sur 10° carrés.
90°-270° II + III....	9167	40,5	8,9
270- 90 I + IV....	13454	59,5	13,1 (Voie lactée)
Sommes.....	22621	100,0	

Or la Voie lactée de l'hémisphère boréal se trouve à peu près exclusivement dans les régions I et IV. Il en résulte que les régions du ciel traversées par la Voie lactée ont une densité sensiblement plus forte que les régions presque privées de cette voie.

En prenant la moyenne des rapports

$$\frac{0,73}{0,55} = 1,33 \quad \text{et} \quad \frac{1,31}{8,9} = 1,47,$$

nous pouvons dire que les régions de la Voie lactée sont plus riches que les autres dans la proportion de 1,4 à 1.

(A suivre.)

SUR LES ORBITES DES DEUX COMÈTES DE 1833 ET 1883;

PAR M. L. SCHULHOF.

C'est un fait bien constaté que beaucoup de comètes qui ont un mouvement direct et une faible inclinaison parcourent une orbite elliptique. Sur les 57 comètes actuellement connues dont l'inclinaison est comprise entre 0° et 35°, 27 ont une durée de révolution inférieure à mille ans, et il n'y a que 3 ou 4 comètes

dont la durée de révolution dépasse certainement quelques milliers d'années. Pour 27 comètes appartenant à ce groupe, dont 5 découvertes dans notre siècle, on ne possède actuellement aucune indication sur la valeur de l'excentricité de l'orbite. La plupart de ces astres n'ont pas été assez exactement ni assez longtemps observés pour permettre la détermination, même approchée, de l'excentricité; mais quelques-uns méritent encore un examen plus approfondi en vue de la recherche de la véritable forme de leur orbite.

Je me suis décidé à calculer la comète de 1834, dont les observations, embrassant l'espace d'un mois, sont symétriquement réparties avant et après le passage au périhélie, et présentent par conséquent des circonstances favorables à la détermination de l'excentricité. Cette comète fut découverte par Gambart, à Marseille, le 7, et par Dunlop, à Paramatta, le 19 mars. A Marseille, l'astre était déjà si peu élevé au-dessus de l'horizon que Gambart n'a pu obtenir qu'une seule observation approchée, à l'aide de la lecture des cercles de son équatorial, à la date du 9 mars. Cette observation et celles faites par Dunlop entre le 21 mars et le 14 avril semblaient devoir suffire à reconnaître si l'orbite s'écarte ou non sensiblement de la parabole. Mais l'inspection des écarts très forts et très irréguliers que laissent subsister les éléments de M. Peters et de M. Petersen entre les observations et le calcul m'a décidé à joindre au calcul de cet astre celui de la comète de 1833, exclusivement observée par Dunlop, à Paramatta. J'espérais ainsi pouvoir déterminer, par la discussion d'un plus grand nombre d'observations de cet astronome, des corrections systématiques dont l'application rendrait ces observations plus concordantes entre elles. La comète de 1833, découverte par Dunlop le 30 septembre, trois semaines après le passage au périhélie, a elle-même la très faible inclinaison de 7°. Quoiqu'elle n'eût été observée que pendant seize jours, dans des circonstances défavorables, il n'était pas sans intérêt d'examiner quelles limites on pourrait assigner à l'excentricité de son orbite, qui montre une certaine analogie avec celle de la comète d'Eucke. Il est très regrettable que Dunlop ait employé trois micromètres différents dans l'observation de ces deux astres. Les corrections empiriques que j'ai déduites ne reposent ainsi que sur un très petit nombre d'observations assez discordantes et ne possèdent qu'un très faible degré de certitude. Dans les autres

observations de Dunlop, je n'ai pas trouvé, sur le micro employé, d'indications permettant de mieux établir mes conclusions.

Les trois micromètres employés par Dunlop étaient les suiv

I. Un micromètre à fils, d'un grossissement de 50, servant à l'observation des deux comètes. Un tour de vis était, d'après Dunlop, égal à $65'',4$. Cette valeur semble être trop grande; les observations de la comète de 1834 exigent une diminution de $0''$ minute, et celles de la comète de 1833 demanderaient même diminution de $2''$. J'ai adopté $65'',4 \times \frac{59}{60}$ comme valeur d'un tour de vis. Il semble en outre que le fil horaire présentait un défaut de perpendicularité et que les Δ des comètes exigent de ce fait une correction de $0'',1$ pour chaque minute d'arc de la différence $\delta_{\odot} - \delta_{\star}$ — mais je n'ai pas introduit cette correction assez incertaine dans les calculs. Pour la comète de 1833, ces deux corrections sont presque sans influence sur le lieu normal formé à l'aide des observations faites au micromètre à fils, vu que la moyenne des différences $\delta_{\odot} - \delta_{\star}$ s'écarte très peu de zéro.

II. Un micromètre annulaire, employé dans l'observation de la comète de 1833, dont le rayon était, d'après Dunlop, égal à $972''$. Aucun changement du rayon n'amène une meilleure concordance de l'ensemble des déclinaisons. C'est seulement en admettant une erreur dans l'indication de l'étoile de comparaison du 11 octobre qu'on peut le mieux représenter toutes les observations en variant de $8''$ le rayon du micromètre. Mais, si l'on accepte les données de Dunlop, il faut, pour obtenir une meilleure concordance des observations, supposer qu'il a observé différemment la comète et l'étoile, comme si le rayon du micromètre n'avait pas été identique pour les deux astres. En gardant la valeur de $972''$ dans l'observation des étoiles, il faut, pour la comète, diminuer de $14''$ le rayon du micromètre.

III. Un micromètre annulaire, servant à l'observation de la comète de 1834, dont le rayon était, d'après Dunlop, de $1295''$. Il est remarquable que toutes les corrections empiriques diminuent les dimensions données pour les trois micromètres, ce qui tend à prouver leur réalité.

Les observations des deux astres se trouvent dans le Tome VIII des *Memoirs of the royal Astronomical Society*; celles de la comète de 1833, en outre, presque sans variantes, dans le Tome XLII des *Astronomische Nachrichten*, avec une réduction provisoire de Henderson. J'ai refait indépendamment ces réductions, en tenant aussi compte de la réfraction. J'ai tiré les lieux du Soleil des Tables de Le Verrier. Pour les étoiles de comparaison, j'ai employé toutes les positions dont j'avais connaissance.

I. — COMÈTE DE 1833.

Cette comète fut découverte dans la soirée du 30 septembre, mais des nuages empêchaient Dunlop de l'observer le même soir. Elle était assez petite, longue de 2' et large de 1', présentant une chevelure et une toute petite queue. La plus grande condensation se trouvait le 1^{er} octobre à l'extrémité précédente, et les 6 et 7 octobre plutôt au centre de la nébulosité allongée; le 3 octobre, la nébulosité était ronde et son diamètre n'avait que 1'. La comète fut presque constamment observée entre des nuages qui affaiblissaient toujours son éclat et rendaient les observations très difficiles. Le 16 octobre, date de la dernière observation, la proximité de la Lune était déjà très gênante; après la pleine Lune, Dunlop ne réussissait plus à retrouver l'astre.

Voici les positions des étoiles de comparaison pour 1833, 0 :

N°	R.	Q.	N°	R.	Q.
	^h _m ^s	[°] _' ^{''}		^h _m ^s	[°] _' ^{''}
1...	15. 2.42,98	—19. 9.14,1	7...	16.15.35,11	—23. 0.46,2
2...	15.10.13,29	—20.15.13,9	8...	16.35. 6,67	—22.51.55,7
3...	15.20.57,93	—20. 8.52,4	9...	16.44.45,81	—23.13.48,8
4...	15.47.26,00	—20.59.35,3	10...	16.53.20,58	—23.59.37,8
5...	15.50.28,31	—22. 8.21,8	11...	17. 7.50,02	—24. 5.42,2
6...	16.15.34,96	—23. 3.16,3			

Autorités.

N° 1, 5 et 9. Newcomb.

N° 2. Lal., Arg. Oeltz., Yarn.

N° 3. Lal., Lam. Cat., Arg. Oeltz., Paris 1875, Cordoba, Radcl. 1881, 82.

N° 4. Lal., Piazzzi, Taylor, Cap 1850, Bonn VI, Paris 1855, 57, 58, Yarn., Tacchini, Bruxelles 1861, 63, 67, 71, Cordoba, Radcl. 1868, 70, 71, 74.

- N° 6. Bradley, Mayer, D'Agelet, Lal., Piazzzi, Johnson, Wrott. I et suppl. Taylor, Lam. Cat., Arm. I, Cap 1840 et 1850, Arg. Oeltz., Seven Year Cat., Radcl. II, Yarn., Nine Year Cat., Bruxelles 1862, 63, 65, 69, 70, 73, 76, 80, 81, Radcl. 1864, 67, 71, 73, 74, 84, Cordoba et zones, Paris 1879, Læwy.
- N° 7. Lal., Piazzzi, Wrott. I, Arm. I, Taylor, Arg. Oeltz., Cap 1850, Bruxelles 1862, 63, 65, 66, 69, Tacchini, Radcl. 1863, 64, 70, 73, 74, Yarn., Cordoba et zones, Paris 1879.
- N° 8. Bradley, Lal., Piazzzi, Taylor, Arg. Oeltz., Cap 1850, Radcl. II, Yarn., Tacchini, Bruxelles 1864, 65, 68, 69, 70, 72, 76, 81; Radcl. 1868, 69, 71, 75, Cordoba et zones, Becker, Paris 1879, Greenwich 1878, 79, 80, Stone.
- N° 10. Lac., Lal., Cap 1850, Wrott. II, Bonn VI, Radcl. 1863, 64, Yarn., Bruxelles 1861, 62, 63, 65, 69, 70, 73, 80, 81, Cordoba et zones, Stone, Paris 1879.
- N° 11. Lac., Bradley, Mayer, Lal., Piazzzi, Arm. I, Lam. Cat., Taylor, Koller, Cap 1840, Wrott. I suppl., Twelve Year Cat., Six Year Cat., Cap 1850, Arg. Oeltz., Yarn., Tacchini, Nine Year Cat., Cordoba et zones, Radcl. 1868, 69, 74, 84, Stone, Greenwich 1879, 81.

Notes sur les étoiles.

- N° 2. Semble avoir un mouvement propre de $-0^s,01$ en $\mathcal{R}$ et de $-0^s,1$ en déclinaison.
- N° 3. La déclinaison de Lam. Cat., basée sur deux observations, est trop australe de $8''$.
- N° 4. Semble posséder les mouvements propres $-0^s,003$ et $-0^s,02$. La déclinaison de Bonn VI est trop boréale de $11''$.
- N° 6. C'est une étoile double. J'ai supposé que Dunlop a observé le milieu et j'ai employé pour la réduction au milieu les valeurs $\Delta x = 0^s,00$ et $\Delta \delta = 3'',6$. Le mouvement propre adopté est $-0^s,003$ en $\mathcal{R}$ et $-0^s,04$ en déclinaison. J'ai attribué l'observation de Radcl. 1871 à la composante boréale et les observations de Bradley à l'australe; pour toutes les autres positions où l'indication précise de la composante manque, j'ai supposé qu'on a observé le milieu. Il y a erreur et confusion dans le Catalogue et les zones de Cordoba : n° 1283 des zones et n° 22230 du Catalogue donnent la position de la composante australe, et n° 22231 celle de la composante boréale, entachée en déclinaison d'une erreur de $14''$ à $15''$.
- N° 7. Les mouvements propres adoptés sont : $-0^s,002$ et $-0^s,06$.
- N° 10. Semble avoir un faible mouvement propre négatif dans les deux coordonnées.

N° II. C'est une étoile double. D'après la position approchée, donnée par Dunlop, j'ai supposé qu'il a observé le milieu; mais la déclinaison de la comète s'accorderait un peu mieux avec les autres, si j'avais pris la position de la composante australe qui est la plus claire. Pour la réduction au milieu j'ai employé les valeurs $\Delta\alpha = 0^s,00$ et $\Delta\delta = 10^s,8$. Les mouvements propres adoptés sont $-0^s,006$ et $-0^s,03$; cette dernière valeur est probablement trop grande. J'ai attribué à la composante australe toutes les positions où une indication précise manquait; je n'ai fait d'exception que pour Mayer qui semble avoir observé le milieu. Arg. Oeltz. donne une déclinaison trop boréale de $6''$; il semble que, malgré l'indication contraire, le milieu fut observé.

M. Hartwig a donné dans le n° 1107 des *Astronomische Nachrichten* une nouvelle réduction des observations et trois différents systèmes d'éléments. J'ai pris pour point de départ de mes calculs les éléments I que cet astronome avait basés sur l'ensemble des observations, tandis qu'il en excluait un certain nombre dans la détermination des éléments II et III. J'ai comparé les observations avec une éphéméride, calculée à l'aide de ces éléments; les écarts entre les observations et le calcul, que j'ai trouvés presque identiques à ceux donnés par M. Hartwig, m'ont guidé pour déduire pour les micromètres I et II les corrections empiriques mentionnées.

Dans les Tableaux suivants des observations, l'heure est donnée en temps sidéral de Paramatta; n signifie le nombre des comparaisons. Après $\delta_{\bullet} - \delta_{\star}$ je donne, dans le Tableau I, les corrections des déclinaisons résultant de la diminution de $\frac{1}{60}$ dans la valeur d'un tour de vis. Dans le Tableau II je mets deux corrections; la première correspond à une diminution de $8''$ dans la valeur du rayon du micromètre; la seconde a été calculée en gardant la valeur $r = 872''$ pour les étoiles et en employant $r = 858''$ pour la réduction des cordes de la comète. A la date du 11 octobre, j'indique par un point d'interrogation qu'il y a doute sur l'étoile de comparaison.

I. — OBSERVATIONS FAITES AU MICROMÈTRE A FILS.

Dates.	Heure.	$\alpha_{\bullet} - \alpha_{\star}$		$\delta_{\bullet} - \delta_{\star}$		Corr. I.	n .	$\star$.
		h	m s	m s	"			
OCT. 1.....	20.41.44	—	9.20,27	+	4. 5,2	— 4,1	3	1
2.....	20.12.26	—	0.50,60		"	"	3	1
2.....	20.15. 9		"	—	27.44,2	+27,7	2	1
3.....	20.17.56	+	0.16,48	+	9.41,2	— 9,7	10	2
3.....	20.41. 3	—	10.21,01	+	2.32,5	— 2,5	1	3

II. — OBSERVATIONS FAITES AU MICROMÈTRE ANNULAIRE.

Dates.	Heure.	$R_{\star} - R_{\star'}$	$\delta_{\star} - \delta_{\star'}$	Corr. I.	Corr. II.	n.
	^h ^m ^s	^m ^s				
OCT. 4....	20.27.26	- 1.44,16	-25'.29",4	+20",6	+19",5	4
6....	20.59.33	-10.35,41	-25.56,2	+20,3	+19,7	5
7....	21. 2.59	- 4.52,96	+20.48,7	-25,9	-20,2	7
8....	21. 7.42	+ 3.50,14	+ 1. 2,9	+ 1,1	-18,6	5
9....	21.13.55	+12.30,46	-19. 8,6	+34,5	+44,9	1
11....	21. 7. 0	+ 4.30,30	+ 3.27,4	+ 4,8	+27,9	6
11....	21.32.12	+ 4.38,93	+ 5.46,1	+ 6,4	+27,5	1
12....	20.58. 8	- 6.38,45	-19.39,1	+26,7	+24,7	1
14....	21. 9.28	+ 0.26,74	-17.19,1	+32,5	+35,9	8
15....	21.30.25	+ 0. 9,45	+22.13,1	-23,6	-20,5	6
15....	22. 6.55	+ 8.53,56	-24.40,6	+22,1	+23,2	3
16....	21.43. 9	- 6.12,30	+23.11,8	-23,1	-18,6	3

(A suivre.)

REVUE DES PUBLICATIONS ASTRONOMIQUES.

VOGEL (H.-C.). — UEBER DIE BESTIMMUNG DER BEWEGUNG VON STER IM VISIONSRADIUS DURCH SPECTROGRAPHISCHE BEOBACHTUNG. (*Extrait Comptes rendus de l'Académie des Sciences de Berlin*, n° XIV, 18

Parmi les applications auxquelles le spectroscope a déjà donné l'une des plus curieuses est, sans contredit, la détermination des vite des étoiles par les déplacements des lignes spectrales. M. Huggins premier, avait essayé de mesurer de cette façon la vitesse du mouvement de translation de Sirius dans la direction du rayon visuel (1868). de temps après, M. Vogel entreprenait, à Bothkamp, des observations analogues; elles font aujourd'hui partie du programme des travaux réguliers des astronomes de Greenwich. Malheureusement, ce genre d'observations est sujet à des difficultés très sérieuses : l'œil se fatigue à comparer, aux raies immobiles du spectre artificiel, les lignes toujours tremblotantes des spectres stellaires, et le plus souvent les déviations que l'on croit avoir constatées ne sont que les résultats de moyennes fondées sur des impressions fuyantes et fort incertaines. On ne peut s'appuyer qu'à des mesures obtenues par une atmosphère exceptionnelle et pure. De là, ces contradictions qui se rencontrent dans les séries

mesures de Greenwich, pendant les premières années, et qui sont devenues moins fréquentes depuis que les observateurs ont appris à mieux prendre leurs précautions.

M. Vogel avait pensé, avec raison, que la Photographie permettrait de s'affranchir de la principale difficulté de ces observations, celle qui provient de la scintillation des spectres stellaires. Les essais que M. Scheiner a faits, sous sa direction, à l'observatoire de Potsdam, ont pleinement justifié cette prévision. C'est aussi ce que confirme la planche qui accompagne cette Note, et qui montre la raie H γ de l'hydrogène projetée sur les spectres de Sirius, de Procyon, de Rigel et d'Arcturus, où elle occupe des positions visiblement différentes par rapport à la raie homonyme des quatre spectres stellaires. Dans l'appareil actuellement en usage, les spectres sont produits par deux prismes de Rutherford, mais M. Vogel se propose de les remplacer dorénavant par un réseau d'interférence de Rowland, et d'entreprendre avec l'appareil ainsi modifié une revue complète des spectres des étoiles de 1^{re} et de 2^e grandeur.

R.

ANNALES DE L'OBSERVATOIRE DE BORDEAUX, publiées par M. G. Rayet, directeur. Tome II, in-4°. Paris, Gauthier-Villars; 1887.

Le Volume commence par un Mémoire présenté comme thèse à la Faculté des Sciences de Paris par M. Flamme, aide-astronome à l'observatoire de Bordeaux; ce Mémoire a pour titre : *Recherche des expressions approchées des termes très éloignés dans les développements du mouvement elliptique des planètes*. L'auteur a traité très complètement ce sujet en partant d'un travail important de M. Darboux *Sur l'approximation des fonctions de très grands nombres* (*Journal de Liouville*, 1878).

Nous renverrons le lecteur à une analyse détaillée de la thèse de M. Flamme, qui a paru récemment dans le *Bulletin des Sciences mathématiques* (numéro de mars 1888).

Vient ensuite la détermination de la latitude de l'observatoire par M. Rayet.

Pour atténuer l'influence des erreurs de division du cercle, qui n'ont pas encore été étudiées, on a employé un nombre sensiblement égal d'étoiles des deux côtés du zénith, sur un arc de 90°; de sorte que le résultat final de la détermination de la latitude ne doit être en erreur que de la moyenne des erreurs des traits compris dans un quart de cercle tout entier par rapport au trait employé dans la détermination du nadir.

D'ailleurs, pour le nadir on a employé trois traits consécutifs éloignés de 5'.

Le Tableau des valeurs individuelles obtenues pour la latitude montre une variation annuelle d'environ 1", les latitudes étant plus grandes dans la saison chaude que dans la saison froide. Cette variation paraît de voir être attribuée, en grande partie du moins, à une erreur systématique des déclinaisons des fondamentales employées (*Connaissance des Temps*). Si, en effet, on tient compte des corrections systématiques indiquées par M. Auwers pour ramener le *Catalogue de la Connaissance des Temps* à celui du *Berliner Jahrbuch*, cette variation annuelle se trouve ramenée à 0",34 et s'explique par les erreurs de division.

La deuxième Partie du Volume (*Observations*) renferme les observations méridiennes faites en 1882 et qui ont principalement pour but la revision des étoiles du Catalogue d'Argelander-Oeltzen. Le Volume est terminé par des observations météorologiques et des observations magnétiques.

G. B.

SUR QUELQUES POINTS D'ASTRONOMIE ET DE MAGNÉTISME TERRESTRE, par M. Ch. André. (Discours de rentrée des Facultés de Lyon, le 3 novembre 1882.)

L'observatoire de Lyon, commencé il y a six ans, vient d'être complètement terminé, et M. André indique les principaux travaux qu'on y a entrepris. Le service méridien est consacré à la détermination des étoiles fondamentales, que l'on observe directement et aussi par réflexion sur un bain de mercure; en outre, on fait un usage systématique d'écrans pour éliminer les causes d'erreur tenant aux inégalités de grandeur des étoiles, et, pour le Soleil, au flou de ses bords. Les effets des diaphragmes de formes diverses placés devant l'objectif sont bien connus depuis J. Herschel (voir *Traité de la Lumière*, traduction Verhulst et Quételet, t. I, p. 503 et suivantes), mais leur emploi est généralement trop négligé. M. André, bien préparé par ses recherches sur la diffraction dans les instruments d'Optique, les emploie très souvent. Ainsi, au moyen d'écrans en toile métallique, toutes les étoiles sont ramenées à une même grandeur apparente; avec les mêmes écrans employés pour le Soleil ou pour les planètes, on obtient des bords nettement tranchés.

Les variations des éléments magnétiques sont enregistrées sur les appareils de M. Mascart. On sait aujourd'hui que les perturbations magnétiques se produisent simultanément sur le globe entier et que le Soleil en est la cause. M. André précise davantage : les perturbations magnétiques se produisent, dit-il, quand un foyer d'activité passe par le centre apparent du disque solaire : « Si l'on détermine, au moyen d'observations

continues, les positions successives sur le disque solaire de ces *portions d'activité* comprenant, soit des taches et des facules, soit des facules seules, on trouve que chacune des perturbations magnétiques importantes coïncide avec le passage, au centre apparent du disque solaire, d'une de ces régions d'activité chimique bien caractérisée, telles que nous venons de les définir. On voit que celles de ces régions qui persistent à la même place sur le disque pendant plusieurs rotations du Soleil, c'est-à-dire pendant plusieurs de nos mois, retrouvent sur nos courbes magnétiques, au moment même de leur passage au centre du disque solaire, une perturbation magnétique automatiquement enregistrée; tandis que, en général, les barreaux aimantés suivent leurs déplacements réguliers soit diurnes, soit annuels, lorsque aucune région de ce genre n'est perceptible à la surface du Soleil aux environs du point que je viens d'indiquer.

■ Et cette coïncidence est tellement générale que, dès que nous voyons apparaître au bord oriental du Soleil une de ces régions d'activité particulière, nous prédisons à coup sûr l'arrivée d'une perturbation pour le jour prochain où ce vaste foyer de substances réagissantes se trouvera sur le disque solaire, juste en face de nous. »

G. B.

AMERICAN JOURNAL OF SCIENCE.

Tomes XXXIV-XXXV. Novembre 1887-mars 1888.

Michelson (A.) et Morley (E.-W.). — Sur le mouvement relatif de la Terre et de l'éther (12 pages avec figures).

Nous n'entrons pas dans les détails des expériences, qui sont loin d'être achevées. Le préambule et quelques remarques finales méritent d'être reproduits à cause de leur intérêt.

La découverte de l'aberration de la lumière fut bientôt suivie d'une explication fondée sur la théorie de l'émission. Le phénomène fut attribué à une simple composition de la vitesse de la lumière avec la vitesse de la Terre dans son orbite. Les difficultés, dans cette explication suffisante en apparence, furent laissées de côté jusqu'au moment où l'on proposa une explication fondée sur la théorie des ondulations. Cette nouvelle explication était d'abord presque aussi simple que la première. Mais elle ne put rendre compte du fait prouvé par l'expérience que l'aberration ne change pas quand les observations sont faites avec une lunette remplie d'eau. Car si la tangente de l'angle d'aberration est le rapport de la vitesse de la Terre à la vitesse de la lumière, alors, puisque la vitesse de la lumière dans l'eau est les $\frac{3}{4}$ de sa vitesse

dans le vide, l'aberration observée avec une lunette remplie d'eau devrait être les $\frac{1}{3}$ de la vraie valeur.

D'après la théorie des ondulations, selon Fresnel, on suppose d'abord l'éther en repos, excepté dans l'intérieur des milieux transparents, dans lesquels, en second lieu, il est admis que l'éther se meut avec une vitesse moindre que la vitesse du milieu dans le rapport de $\frac{n^2-1}{n^2}$ à l'unité, n étant l'indice de réfraction. Ces deux hypothèses donnent une explication complète et satisfaisante de l'aberration. La seconde hypothèse, malgré ce qu'elle paraît avoir de peu vraisemblable, doit être considérée comme pleinement justifiée, d'abord par l'expérience célèbre de M. Fizeau et ensuite par nos propres expériences (1886). Le contrôle expérimental de la première hypothèse forme le sujet du présent travail.

En 1881, une méthode fut proposée par M. Michelson pour connaître par l'expérience l'état, de repos ou de mouvement, dans lequel se trouve l'éther à la surface de la Terre. Mais l'effet du mouvement de la Terre avait été négligé dans l'établissement des formules. L'erreur fut signalée à l'auteur par M. Potier. D'autre part, cette question a été approfondie par M. H.-A. Lorentz dans un travail *Sur l'influence du mouvement de la Terre sur les phénomènes lumineux* (*Archives néerlandaises*, t. XXI; 1886).

Il a donc paru utile de reprendre à nouveau les expériences.

Si l'on tient compte seulement du mouvement de révolution de la Terre, on trouve que la vitesse relative de la Terre et de l'éther est probablement moindre que $\frac{1}{6}$ de la vitesse de la Terre dans son orbite et certainement moindre que $\frac{1}{3}$ de cette vitesse. Si l'on a égard, en outre, au mouvement du système solaire, le résultat précédent demande à être modifié; il sera convenable de répéter les expériences à des intervalles de trois mois pour dissiper l'incertitude provenant de notre connaissance imparfaite de la vitesse de translation du système solaire. Dans tous les cas, il semble que les explications de l'aberration données par Fresnel et Stokes soient insuffisantes.

Dans un Supplément, les auteurs indiquent de nouvelles méthodes et reviennent sur la détermination de la vitesse de translation du système solaire.

Outre la méthode physique des deux auteurs, il y a trois autres méthodes astronomiques, dont l'une fait connaître (par les mouvements propres des étoiles) avec une certaine précision la direction du mouvement du système solaire; l'autre, fondée sur l'observation spectroscopique des mouvements des étoiles suivant le rayon visuel, donnera sans doute de bons résultats, grâce aux progrès de la photographie des spectres d'étoiles (*Bulletin*, V, p. 114, 115); il peut y avoir enfin un parti à tirer

de la détermination de la vitesse de la lumière par les observations des éclipses des satellites de Jupiter. La différence dans les résultats trouvés pour la vitesse de la lumière quand Jupiter est très près ou très éloigné de la ligne du mouvement donnerait non pas purement le mouvement du système solaire par rapport aux étoiles, mais aussi par rapport à l'éther lumineux lui-même.

On pourra consulter sur ce sujet le *Complément de la Physique de Jamin*, t. IV, p. 126.

Trowbridge (J.) et Hutchins (C.-C.). — Sur l'existence du carbone dans le Soleil.

Les auteurs ont rapproché les photographies du spectre solaire de celles du spectre de l'arc voltaïque produit entre des pointes de charbon purifié. Les coïncidences multiples entre des séries de raies obscures d'un côté et brillantes de l'autre démontreraient l'existence du carbone dans le Soleil. L'appareil employé est un spectroscopie photographique de Rowland.

Quelques réflexions sur l'origine des raies du spectre solaire ont pour but de faire comprendre à quelles variations les raies peuvent être sujettes. D'une part, l'énergie de la radiation qui nous arrive est ce qui reste de l'énergie de la radiation émise après absorption par les couches interposées; il faut s'attendre, comme des expériences de laboratoire le prouvent, à ce que les caractères des raies soient différents suivant les circonstances. Un autre phénomène peut se présenter. Quand un excès de vapeur d'un métal est mêlé à la vapeur d'un autre métal, les raies du premier sont superposées à celles du second dans le spectre solaire et, si le spectre du premier élément est très accusé, il peut facilement cacher l'autre spectre. Ainsi les auteurs ont réussi à effacer complètement, dans le vert et dans le bleu, le spectre cannelé du carbone en photographiant sur lui le spectre du fer, du nickel et du cérium. Une sorte de photographie composite a été ainsi obtenue. Il est possible que, dans l'avenir, l'ingénieuse méthode de photographie composite de Galton puisse être appliquée au spectre solaire, et qu'on obtienne, par un choix convenable des éléments à photographier, une photographie composite rappelant telle ou telle région du spectre solaire et permettant de juger de la nature des couches qui donnent lieu au renversement des raies.

Au point de l'atmosphère solaire où le carbone est volatilisé, de manière que les renversements singuliers des raies se produisent, la température serait à peu près celle de l'arc voltaïque.

Michelson (A.) et Morley (E.-W.). — Sur une manière de faire

de la longueur d'onde de la lumière du sodium l'unité actuelle et pratique de longueur.

Hutchins (C.-C.) et Holden (E.-L.). — Sur l'existence de certains éléments dans le Soleil, en particulier du platine (6 pages).

Ce nouveau travail a été exécuté, toujours avec le même spectroscopie photographique de Rowland, sous la direction du Prof. Trowbridge.

Les auteurs ont voulu soumettre à une revision approfondie les coïncidences des raies métalliques et solaires. Voici quelques-uns des résultats :

Cadmium. — 2 raies coïncident.

Plomb. — Une seule coïncidence possible, mais non établie.

Cérium, molybdène, uranium, vanadium. — Aucunes coïncidences nettes.

Bismuth. — Une coïncidence, par 4727,9.

Étain. — Pas de coïncidences.

Argent. — Plusieurs raies coïncident.

Potassium, lithium. — Rien de définitif.

Platine. — 64 coïncidences de raies.

Ce dernier résultat était inattendu, étant donnée la densité considérable du platine.

Hutchins (C.-C.). — Un nouvel instrument de mesure pour les radiations.

Académie nationale des Sciences.

Extrait de la Liste des travaux présentés dans la réunion de novembre 1887.

Pickering (E.-C.). — Sur la détermination par la photographie des grandeurs des étoiles.

Hall (A.). — Sur la constante d'aberration.

Langley (S.-P.). — La température de la Lune.

Newcomb (S.) et Dutton (C.-E.). — La vitesse de propagation du tremblement de terre de Charleston.

L'étude comparative de tous les documents recueillis dans la région qui a senti la secousse conduit à une vitesse moyenne de 5171 ± 116^m par seconde.

Mendenhall (T.-C.). — Séismoscopes et recherches séismologiques (17 pages avec figures).

Travail lu à la séance de novembre de l'Académie nationale des Sciences.

Crew (H.). — Sur la période de rotation du Soleil déterminée par le spectroscopie (9 pages).

Les recherches de l'auteur répondent à quelques *desiderata* sur lesquels l'attention avait été appelée (*Bulletin*, III, p. 46, 47).

Il semblerait que, tandis que la couche du Soleil où se trouvent les taches, la photosphère si l'on veut, obéit à une accélération dans le voisinage de l'équateur, la couche qui, par son absorption, donne naissance aux raies de Fraunhofer subit un retard; la vitesse angulaire de la couche absorbante augmenterait avec la latitude d'après la formule

$$\theta = 794' + 2',66\lambda;$$

θ mouvement diurne angulaire, λ latitude ⁽¹⁾; tandis que les observations de Carrington donnent pour le mouvement des taches

$$\theta = 502' + 360' \cos \lambda.$$

(Voir l'article de M. Radau, *Bulletin*, IV, p. 64, 65.)

Reid (H.-F.). — Théorie du holomètre (6 pages).

L'auteur donne la théorie analytique du holomètre de M. Langley, instrument dont il a été parlé naguère (*Bulletin*, II, p. 295, 296).

O. C.

THE ASTRONOMICAL JOURNAL.

N^{os} 164-167.

Searle (Rev. G.-M.). — Sur une méthode pour calculer une orbite au moyen de trois observations.

Conclusion d'un article déjà annoncé. L'auteur y donne le moyen de comparer rapidement la position moyenne observée avec la position calculée, sans passer par tout le détail du calcul des éléments de l'orbite.

(¹) *L'Observatory*, numéro d'avril, contient un examen critique des nombres de M. Crew, d'où il résulte que les conclusions de l'auteur ne seraient pas encore suffisamment établies.

Sawyer (E.-F.). — Observations d'étoiles variables en 1886.

Étoiles observées : R et S Couronne; V Écrevisse; R de l'Écu; o et 36 (U.A.) Baleine; W Cygne (Gore 1885); ρ Persée; R Vierge; g Hercule; R Grande Ourse.

Harrington (M.-W.). — Sur la structure de l'amas d'Hercule.

Le Directeur de l'observatoire d'Ann Arbor a vérifié sur le ciel les dessins de lord Rosse représentant l'amas comme partagé en trois par des bandes sombres partant du centre. Il est curieux que d'autres dessins (et la photographie) le représentent comme un amas globulaire.

Comstock (G.-C.). — Sur la détermination de la constante d'aberration.

Note relative aux méthodes récentes proposées par M. Læwy. L'objet de l'auteur est de rechercher l'angle convenable pour le prisme ou double miroir.

Il résulte de la discussion que l'emploi d'un prisme de 60° a les deux avantages, d'affranchir les résultats des erreurs systématiques provenant de la déformation du prisme entre les époques des observations, et de réduire en même temps à un minimum l'effet des erreurs accidentelles.

Chandler (S.-C.). — Observations de X Cygne.

Voici les éléments qui résultent des observations :

Époque : 1886, 13 octobre, $14^h, 20^m$ (t. m. Green.); période $15^d\ 14^h\ 24^m$; limites de variation : $6^m, 4 - 7^m, 5$; remarques : $m = M + 10$.

Egbert (H.-V.). — Observations méridiennes d'étoiles de comparaison à l'observatoire Dudley.

Sawyer (E.-F.). — Sur la nouvelle variable U Orion.

On appelle ainsi l'étoile signalée par M. Gore, en 1885. Sa période est à peu près d'une année.

Hall (Asaph). — Le mouvement d'Hypérion.

M. Hall a repris l'étude du mouvement d'Hypérion, en profitant des remarques de M. Tisserand (*Bulletin*, III, p. 425 et suivantes). Le lieutenant Allen a comparé la théorie provisoire avec les observations faites

à Malte en 1864, ainsi qu'avec les observations de Washington, en 1886. Il arrive que les neuf angles observés à Malte sont bien représentés. Dans le cas des observations plus complètes de Washington, les résidus montreraient la nécessité de tenir compte des termes dépendant de l'excentricité de l'orbite de Titan.

Quoi qu'il en soit, la nouvelle théorie, bien que sommaire, permet d'obtenir une éphéméride convenable pour Hypérion.

Chandler (S.-C.). — Sur la période d'Algol.

Le préambule de l'important travail de l'auteur est reproduit ci-dessous.

Plus d'un siècle s'est écoulé depuis la découverte, par Goodricke, de la nature des variations de cette étoile. Pendant cet intervalle, une cinquantaine d'astronomes ont pris part aux observations, et près de 700 minima ont été notés. Diverses recherches ont été faites, de temps en temps, sur les fluctuations auxquelles la période de cette étoile est soumise; et, principalement, grâce aux travaux d'Argelander et de Schönfeld, leur caractère général a été bien déterminé. La loi d'après laquelle elles se succèdent n'a pas été cependant encore développée avec succès, et Argelander était d'avis que la recherche d'une loi mathématique appartenait à un avenir éloigné. Mais, depuis lors, le Mémoire classique de Schönfeld, sur la courbe de lumière d'Algol, a paru et montré les moyens de réduire à un système homogène une grande partie des données d'observation, condition essentielle au progrès de cette partie de la Science.

Les anomalies, en apparence compliquées, de la période peuvent se réduire à une loi relativement simple, avec une précision inespérée. Cette loi comprend deux inégalités : l'une, d'une période de 141^h,3 (un peu incertaine) avec un coefficient de 173,3 minutes de temps; l'autre, d'une période de 37^h,7 avec un coefficient de 18,0 minutes. Une troisième inégalité paraît probable; mais son coefficient 3,5 est presque de l'ordre des erreurs d'observation.

En résumé, l'expression algébrique des minima d'Algol est donnée par la formule suivante, où E est un entier positif ou négatif,

1888, 3 Janv. 7^h 30^m 50^s,25 (t. m. Paris) — 2^d 20^h 48^m 55^s,425 E

$$\begin{aligned}
 &+ 173^{\text{m}},3 \sin \left(\frac{1}{50} E + 202^{\circ} 30' \right) \\
 &+ 18^{\text{m}},0 \sin \left(\frac{3}{10} E + 203^{\circ} 15' \right) \\
 &+ 3^{\text{m}},5 \sin \left(\frac{1}{6} E + 90^{\circ} 20' \right).
 \end{aligned}$$

Le travail de M. Chandler est complété par une éphéméride des minima d'Algol, pour dix années à partir de 1888. M. Chandler annonce aussi qu'il se prépare à publier sous la même forme les éphémérides de toutes les étoiles variables du type d'Algol.

THE SIDEREAL MESSENGER.

Décembre 1887-mars 1888.

Harkness (W.). — Représentation des orbites des comètes au moyen de modèles (20 pages avec figures).

Article non susceptible d'analyse. Il paraît s'adresser surtout aux étudiants.

Un nouveau Catalogue d'étoiles.

Le nouveau Catalogue renfermant 30000 étoiles sera publié, sous la direction du Dr C.-H.-F. Peters, par le professeur Ch.-A. Borst, assistant à l'observatoire Lichtfield. Les étoiles comprises dans le Catalogue sont principalement des étoiles de comparaison.

Parkhurst (H.-M.). — Observations photométriques d'astéroïdes.

Les astéroïdes peuvent être employés avec avantage comme termes de comparaison pour déterminer les grandeurs des étoiles télescopiques.

L'auteur a commencé ses observations photométriques au mois d'avril dernier, alors que quatre astéroïdes groupés dans le voisinage de Régulus se prêtaient bien à une comparaison mutuelle.

L'influence de la phase peut aller, suivant M. Parkhurst, jusqu'à 0^m, 13 pour chaque degré de l'angle de phase, ou de l'angle formé par le rayon vecteur de la planète avec le rayon visuel (comparer avec le travail de M. Muller, *Bulletin*, III, p. 262).

Le seul cas dans lequel M. Parkhurst ait trouvé une variation certaine, venant peut-être de la rotation de la planète, se rapporte à *Harmonia*. Six soirées ont donné des résultats concordants à quelques centièmes d'une grandeur, tandis que, pour trois autres soirées, il y a eu des écarts en plus de 0^m, 70; 0^m, 38; 0^m, 74. La diminution d'éclat des étoiles de comparaison ne paraît guère admissible.

On doit noter le bon accord des évaluations suivantes de la grandeur de Vesta, lesquelles sont tout à fait indépendantes :

Grandeurs de Vesta réduites à l'unité de distance et corrigées de la phase.

Années.	Grandeurs.	Autorités.
	^M	
1880	3,59	Pickering
1881	3,54	"
1883	3,65	Harrington
1887	3,45	Parkhurst

Harkness (W.). — L'éclipse totale de Soleil du 19 août 1887.

Résumé des préparatifs à l'occasion de cette éclipse.

Keeler (J.-E.). — Expériences au sujet des contacts électriques dans les pendules astronomiques (6 pages).

L'auteur, un des astronomes de l'observatoire du mont Hamilton, parle de la difficulté qu'il a trouvée à avoir de bons contacts; la sécheresse de l'air est une des causes de difficulté. La description du système employé ne saurait être reproduite ici.

Newcomb (S.). — La place de l'Astronomie parmi les Sciences.

Discours prononcé pour l'inauguration du nouvel observatoire de l'Université de Syracuse. On trouve dans ce discours la hauteur et la sûreté de vues habituelles à M. Newcomb; mais il y a aussi quelques réflexions piquantes, comme celle-ci, à propos des dimensions restreintes du nouvel observatoire : le travail produit varie en sens inverse de la grandeur de l'établissement. Le travail excellent provient surtout des petits observatoires.

Monck (W.-H.-S.). — Notes sur la distribution des étoiles (8 pages).

Brashear (J.-A.). — Dimensions types des instrument sastronomiques et physiques.

L'auteur suggère que l'Association américaine pour l'avancement des Sciences ferait une œuvre utile en chargeant un Comité de discuter à un point de vue général les principaux éléments des instruments. A cette occasion, le système métrique décimal serait adopté.

Il est certain que la Science instrumentale aurait tout à gagner de rapports plus fréquents établis entre les savants et les constructeurs.

Keeler (J.-E.). — Premières observations de Saturne avec grand équatorial de l'observatoire du mont Hamilton.

M. Keeler parle avec admiration de la beauté des images; les observations datent des premiers jours de janvier et ont été faites à titre d'essai.

L'auteur a eu l'occasion de comparer les images dans les trois équatoriaux de 6 $\frac{1}{2}$, 12 et 36 pouces que possède l'observatoire, et il affirme la supériorité du grand instrument : la définition vaut celle des instruments plus petits, et la quantité de lumière y est, bien entendu, beaucoup plus grande. Si Neptune avait possédé un second satellite quatre ou cinq fois plus petit que celui qu'on connaît, il n'aurait pu passer inaperçu.

Bigelow (F.-H.). — Le calcul des corrections de pendule.

Faut-il adopter un mouvement de la pendule pour une période de quelques jours ou traiter chaque série de la manière la plus soignée, quitte à apporter de nouvelles corrections par la comparaison de l'ensemble des séries? La seconde méthode est celle que l'auteur a appliquée pendant des années à l'observatoire de Cordoba, et c'est, à son avis, la plus courte, du moins la meilleure, surtout si l'on considère une longue série d'observations.

Serait-il possible, par l'emploi de la photographie, de supprimer les variations possibles dues à l'état physiologique de l'observateur, lesquelles peuvent atteindre et dépasser 0^s,1? On a fait à peine les premiers essais dans cette voie.

L'Éditeur. — Distance et constitution du Soleil.

Grubb (Sir H.). — Les lunettes astronomiques.

Extrait de l'Ouvrage déjà annoncé : *L'Astronomie pour les amateurs* (Voir Bull., V, p. 226.)

Holden (E.-S.). — L'observatoire Lick (16 pages).

M. Holden fait l'histoire de l'observatoire Lick et parle de sa situation présente. Le Tome I des *Publications de l'observatoire* sera distribué sous peu, et l'on trouvera dans l'Introduction du volume la substance de l'article de M. Holden.

Mann (Rév. N.-M.). — Le système de Sirius.

L'auteur a voulu calculer de nouveaux éléments de l'orbite de Sirius fondés sur 64 observations depuis l'époque de la découverte par Cassini en 1862. On sait que M. Auwers a fait l'étude de ce couple.

Notes de l'Éditeur.

Comètes. — M. R. Brooks envoie trois dessins de la comète (Olbers-Brooks) trouvée par lui le 25 août dernier.

Nébuleuses. — Les positions des nébuleuses nouvelles à l'observatoire Mc Cormick sont déterminées approximativement, avec la précision des étoiles des zones australes.

M. Lewis Swift continue assidûment la recherche des nébuleuses nouvelles à l'observatoire Warner. Son fils, âgé de dix-sept ans, est son assistant; il a découvert plusieurs nébuleuses.

M. Frank Muller, de l'observatoire Mc Cormick, identifie quelques nébuleuses avec celles qui sont contenues dans les six Catalogues de M. Lewis Swift.

Découverte d'une petite étoile dans le trapèze d'Orion, avec le grand équatorial de l'observatoire Lick.

Étoiles filantes; astéroïdes. — MM. Denning, de Bristol, et Wendell, de Cambridge, communiquent des observations d'étoiles filantes et les positions des points radiants correspondant aux huit comètes de 1886.

Éclipses récentes. — L'éclipse totale de Lune du 28 janvier a été partout caractérisée par la teinte cuivrée.

Annonce de deux publications : le Tome I des *Annales de l'observatoire Lick*; un *Catalogue* de zones comprenant 4050 étoiles observées à Cincinnati, entre les déclinaisons — $18^{\circ}50'$ et — $22^{\circ}20'$.

Divers. — M. Maine, de Rochester, s'occupe avec succès de photographie lunaire; il a construit lui-même son instrument.

Le nouveau spectroscopie pour l'observatoire Lick, dont la construction était confiée à M. Brashear, vient d'être essayé avec un réseau du professeur Rowland. Le groupe B a été vu admirablement dans tous ses détails.

M. Ch.-B. Hill, de l'observatoire Chabot, en Californie, décrit l'apparence de Saturne, le 1^{er} février, l'atmosphère étant alors d'une extrême pureté. Il a constaté l'exactitude des détails figurés par M. Trouvelot dans son dessin bien connu.

O. C.

MONTHLY NOTICES.

T. XLVIII, n° 5; mars 1888.

airy (Sir G.-B.). — Théorie numérique de la Lune.

L'auteur annonce qu'il vient de découvrir une cause d'erreur dans sa théorie; il faudra revoir une partie des Tableaux numériques.

Glazenapp (S.). — Orbite de l'étoile double λ Ophiuchus.

Voir plus loin le Compte rendu de la séance.

Johnson (S.-J.). — Étoiles doubles australes.

Gore (J.-E.). — Sur l'orbite de γ Ophiuchus.

Les éléments suivants sont fondés sur 247 observations, de 1819 à 1887 —

T	1807,65	Ω	120° 5'
P	87 ^{ans} ,84	λ	171° 45'
e	0,4912	a	4",50
γ	58° 28'	μ	—4°,098

On a ajouté la comparaison du calcul et de l'observation.

Gore (J.-E.). — Observations de l'étoile variable S 10 Sagittaire.

Une quarantaine d'observations de cette variable à courte période.

Franks (W.-S.). — Introduction à un Catalogue des couleurs moyennes de 758 étoiles; avec un Appendice contenant les couleurs de 26 étoiles australes.

M. Franks a présenté à la Société royale astronomique le résultat de ses derniers travaux. Prenant pour base une classification rationnelle des couleurs, il a étudié toutes les étoiles principales des Cartes de Proctor, au nombre de 758, en se servant de trois télescopes de différentes ouvertures. De précédentes recherches avaient montré que les évaluations fournies par les réfracteurs et les réflecteurs sont concordantes, mais que l'ouverture a une influence marquée. L'examen des couleurs des étoiles n'est pas une étude vaine; et si quelques variations simultanées dans les couleurs d'étoiles voisines sont notées, on a là l'indice d'un lien physique très intéressant (*voir plus loin*, p. 273).

Observations des occultations d'étoiles, etc., pendant l'éclipse totale de Lune du 26 janvier.

A Armagh (J.-L.-E. Dreyer); Dunsink (A.-A. Rambaut); Glasgow (J. Mc. Kinnell); Liverpool (J. Hartnup); Oxford (observatoires Radcliffe et de l'Université); Stonyhurst; Harrow (col. Tupman).

Crossley (E.). — Procédé pour centrer les miroirs des réflecteurs.

Doberck (W.). — Détermination télégraphique de la longitude de Haiphong.

La détermination de la longitude de Haiphong a été entreprise sur la proposition de M. La Porte, chef de la Mission hydrographique du Tonkin, dans les premiers jours d'avril 1887. M. La Porte observait à Haiphong; les observations à l'autre station, Hongkong, ont été faites par M. Doberck et M. F.-G. Figg.

Les résultats obtenus sont les suivants :

Différence de longitude entre Hongkong et Haiphong . . .	$0^{\text{h}} 29^{\text{m}} 57^{\text{s}}.82$
Longitude de Hongkong (commandant Green, 1881)	$7.36.41,86 \text{ E.}$
Longitude de Haiphong	$7. 6.44,04 \text{ E.}$

Marth (A.). — Éphéméride pour les observations physiques de la Lune, pour les neuf lunaisons du 12 avril à la fin de 1888.

Ces éphémérides contiennent les longitudes et latitudes sélénographiques du Soleil et de la Terre. Les derniers nombres, auxquels sont ajoutés la valeur et l'effet de la libration, ont un emploi tout indiqué. Les premiers servent à calculer les observations de tous les phénomènes de la surface lunaire qui dépendent de la lumière du Soleil; par exemple, on peut savoir à quel moment le Soleil se trouvera à l'horizon de telle ou telle tache. Les observateurs qui font des dessins de la Lune doivent s'attacher à noter les heures des phénomènes.

Gill (D.). — La comète Sawerthal, 1888.

La comète a été découverte le matin du 19 février. M. Sawerthal, en sortant de l'observatoire photographique auquel il est attaché, aperçut quelque chose qui lui fit l'effet d'une comète; ce soupçon fut confirmé avec une jumelle. Prévenu aussitôt, M. Finlay détermina la position de la comète.

THE OBSERVATORY.

T. XI, avril 1888.

Séance de la Société royale astronomique du 9 mars.

La première partie de la séance a été occupée par de nombreuses Communications relatives à l'éclipse totale de Lune du 28 janvier.

M. Knobel, l'un des secrétaires, a donné lecture d'une Note du P. Perry relative à ce sujet.

A Stonyhurst, le P. Perry consacra l'équatorial de 8 pouces de Siegen à l'examen de la lumière de la Lune éclipcée, deux autres instruments d'ouverture moindre étant réservés pour les occultations d'étoiles. Le spectroscopie, d'Hilger, pouvait porter à volonté un ou deux prismes de 30°, et l'on disposait de prismes formés de six matières différentes; et la semaine précédant l'éclipse, des expériences préparatoires furent faites avec le spectroscopie pour les mesures des raies dans le spectre des nuages et dans le croissant de la Lune.

La lunette du spectroscopie avait été mise au foyer, sur la partie verte du spectre, le pointeur du micromètre étant fixé sur la raie correspondante à 1474 K. Cette position était choisie dans la pensée que, si quelque raie brillante de la Couronne était réfléchie par la surface lunaire, cette raie bien connue de la Couronne serait la plus marquée. Mais on n'a pu remarquer aucune raie ou plage lumineuse.

Pendant la totalité, la surface ombrée de la Lune a présenté au P. Perry une apparence triangulaire; c'est ce qu'ont vu aussi plusieurs autres observateurs.

M. Turner croit que l'absence de la raie C dans le spectre a été confirmée par les observations du Prof. Piazzi Smith, et aussi par celle de D^r Copeland. Il ajoute, à propos de remarques du capitaine Noble, que la teinte verte du bord a été notée dans plusieurs stations. Quelques astronomes amateurs se sont appliqués à étudier la différence entre la couleur du bord et celle du centre et ils s'accordent pour signaler la teinte verte du bord.

M. Ranyard dit que la lumière de la Couronne ne peut éclairer la surface de la Lune, parce qu'elle est très faible en elle-même, et qu'il n'y aurait pas les irrégularités constatées dans la partie ombrée. Tout s'explique par la réfraction de la lumière du Soleil à travers les parties supérieures de l'atmosphère terrestre : un observateur à la surface de la Lune doit alors apercevoir la lumière rouge du Soleil, comme il arrive pour nous lorsque cet astre est près de l'horizon; et la forme irrégulière de l'ombre peut tenir à des différences de réfraction ou d'absorption dans l'atmosphère terrestre.

L'Astronome royal, parlant de la couleur verte du bord, suggère que cette teinte se présente comme la complémentaire de la couleur verte du centre.

A Greenwich, de nombreux préparatifs avaient été faits pour que le plus grand nombre possible des étoiles de la liste de M. O. Struve puisse être observées. Nous allons reproduire les indications de M. Turner qui pourront servir pour d'autres éclipses.

D'après l'expérience acquise en octobre 1884, il parut d'abord convenable d'éviter l'usage de lampes, pour conserver la sensibilité de

pendant toutes les observations. Une des méthodes a consisté à employer un cercle de position auxiliaire en carton, grossièrement gradué, et portant des entailles aux points importants. Un pointeur flexible, fixé à l'oculaire, s'engageait dans ces entailles; il était facile avec les doigts de s'en assurer.

M. Maunder fit usage d'un procédé encore plus ingénieux. Il recouvrit son cercle de position d'une peinture phosphorescente, et le résultat fut très satisfaisant. Une autre idée de M. Maunder, laquelle toutefois ne fut applicable qu'à deux des équatoriaux, consistait à mettre la Lune au centre du champ et à s'en rapporter, pour la suite, au mouvement d'horlogerie; l'oculaire, monté excentriquement au moyen d'une pièce de bois, pouvait parcourir le pourtour de la Lune.

Un autre procédé commode est celui du général Tennant, dont a parlé le colonel Tupman : il consiste à employer quelques fils équidistants divisant la Lune en zones d'égale déclinaison; dans ce cas, les angles de position sont transformés au préalable en différences de déclinaison relativement au centre ou à l'un des bords. Avec un mouvement d'horlogerie, ce système paraît commode.

M. Dunkin, qui, dans sa longue carrière, a eu l'occasion de voir beaucoup d'éclipses de Lune, constate l'importance et l'intérêt qu'elles ont pris depuis la mise en œuvre, grâce à M. O. Struve, de la nouvelle méthode. Autrefois, les instants du commencement et de la fin de la totalité étaient les seuls renseignements que l'on cherchait.

M. Peck a songé à photographier les deux phases, et, d'après lui, il y aurait une correction de quelques minutes à apporter aux heures des Tables. Mais l'Astronome royal et M. Common montrent que la photographie s'applique difficilement à un tel phénomène. M. Common dit que, il y a quelques années, il fit des expériences, pendant une éclipse totale de Lune, avec un télescope de 18 pouces; la phase était représentée différemment selon que la pose était plus ou moins longue.

M. Dunkin présente une Note de M. Glasenapp, de Saint-Petersbourg, *Sur l'orbite de λ Ophiuchus*, dans laquelle l'auteur cherche à interpréter d'anciennes observations de W. Herschel, contenues dans les *Philosophical Transactions* pour 1804. Les éléments suivants sont à regarder comme provisoires :

T.....	1787,9	i	38°, 1
P.....	373 ^{ans} , 5	e	0,4424
Q	105°, 5	a	1°, 53
λ	152°, 5	μ	+0°, 9638

A la fin de la séance, M. Crossley a parlé d'un nouveau procédé pour centrer les miroirs du grand télescope, qui appartenait primitivement à

M. Common; quelques détails sur le fonctionnement du dôme réargenture du miroir ont été ajoutés. Comme M. Crossley a pu décrire bientôt avec détails l'organisation de son observatoire n'insisterons pas.

Société astronomique de Liverpool.

Société royale météorologique.

Denning (W.-F.). — Notes sur les météores.

Elger (T.-G.). — Notes sélénographiques.

Clerke (Miss A.-M.). — Étoiles doubles variables.

Remarques intéressantes sur plusieurs systèmes binaires.

Les étoiles doubles variables montrent pour la plupart un spectre analogue à celui de Sirius, c'est-à-dire de la classe I, alors que les isolées à spectre de cette classe n'offrent presque jamais de variations d'éclat. Comme l'étude de ces étoiles doubles offre un intérêt si nous allons reproduire les exemples cités par miss Clerke.

D'abord les étoiles variables du type d'Algol (si l'on admet la théorie des éclipses par des satellites). Leur spectre possède, en général, des bandes d'absorption de l'hydrogène.

Le Catalogue de M. Gore renferme trois exemples : δ Orion, dont le spectre a été étudié par M. de Konkoly (*O'Gyalla Beobachtungen*, VIII, Part I, p. 5, et Catalogue, n° 410); la période des variations de cette étoile n'est pas bien connue, et l'on n'est pas sûr d'avoir affaire à un couple physique; ensuite, S Monocéros, qui est une étoile triple variable à courte période; enfin, γ Vierge, découverte près de la fin de 1866, par Schmidt : elle forme un couple très serré, de 0",5 et varie de la 5^e à la 8^e grandeur.

Parmi les étoiles doubles bien connues à spectre de la classe même temps variables, se trouvent γ Vierge, ζ et π Bouvier, 38 Gémeaux, α Poissons, θ Serpent et β Scorpion. On pourrait peut-être ajouter à cette liste δ Cygne, qui présente des circonstances inexplicables : variable et comme étoile double.

Presque toutes les étoiles doubles en question ont, comme γ Vierge, leurs composantes tour à tour plus brillantes, et il semblerait qu'il y ait une relation entre leurs éclats en même temps que dépendance mutuelle due au fait de l'attraction. Cette curieuse relation présentée par γ Vierge se retrouve pour ζ Bouvier, Σ 1517, O Σ 256, Σ 1122 et Σ 1350. Les

tions les plus rapides dans l'éclat de γ Vierge ont eu lieu, d'après W. Struve, vers le passage au périastre. Il est à noter que les orbites de ces étoiles doubles sont toutes très excentriques.

Miss Clerke suggère que les variations simultanées dans la couleur des étoiles voisines pourraient établir l'existence des couples physiques comme le fait d'un mouvement propre commun. Ce serait le cas pour 38428 Lalande, U Cassiopée, U Cygne, dont la variation a été découverte par M. Knott.

U Cygne est la seule étoile de classe III qui, jusqu'à présent, pourrait faire partie d'un couple physique.

U Poupe a un spectre de la seconde classe. Ses variations d'éclat, dont la période est de 14^j environ, sont le produit des variations d'éclat de deux composantes très serrées. γ Gémeaux est formée, comme la précédente, de deux composantes très serrées. L'étude de son orbite offrirait un intérêt spécial, aucune étoile à spectre de bandes n'ayant encore montré un mouvement orbital sensible.

Correspondance et Notes.

Johnson. — Les éclipses totales de Lune de 1588 et 1623.

L'auteur fait le relevé des éclipses dans lesquelles la Lune est demeurée très éclairée et de celles où son disque était à peine visible.

Lune éclairée : éclipses de 1623, 1703, 1848, 1888.

Lune à peine visible : éclipses de 1110, 1588, 1601, 1620 (deux), 1642, 1761, 1816, 1884.

Monck (W.-H.). — Un météore d'Andromède.

On a recueilli à Mazapil, au Mexique, dans la soirée du 27 novembre 1885, la masse météorique d'un bolide, appartenant, selon toute probabilité, à la comète de Biéla. Ce fait tend à confirmer la communauté d'origine des bolides et des étoiles filantes.

Publications de l'observatoire royal de Palerme.

Observations faites à l'observatoire de Palerme, de 1883 à 1885, sous la direction du Professeur G. Cacciatores, et concernant surtout le Soleil (taches, facules et protubérances), Jupiter (observations de la tache rouge) et le grand essaim de la comète de Biéla du 27 novembre 1885.

Aux observations précédentes, dues à MM. Cacciatores et Ricco, sont jointes une nouvelle détermination de la latitude de Palerme et des Notices météorologiques sur le fœhn, etc., par M. Zona.

Atmosphère de la Lune.

Le R^{ev}. F.-F. Grensted a publié une étude à ce sujet dans les *Pro-*

ceedings of the Liverpool geological Society, 1887-1888. Il assimile la Terre et la Lune à des masses météoriques qui s'oxyderaient; à cause de la moindre densité de la Lune, l'oxydation a dû se propager à l'intérieur plus facilement que pour la Terre. L'air et l'eau auraient été absorbés chimiquement à l'époque des hautes températures de la surface.

M. Edmond Neison, directeur de l'observatoire de Natal, a changé récemment son nom en celui de M. Edmond Neville Nevill.

O. C.

ASTRONOMISCHE NACHRICHTEN, n° 2835-2840.

Kempf (P.). — Sur les micromètres à lames.

Les nombreux inconvénients, bien connus, du micromètre circulaire ont conduit, dans ces derniers temps, quelques astronomes à essayer nouveau les réticules de diverses formes qui étaient autrefois en usage et qui avaient été peu à peu abandonnés : réticule de 45°, réticule rhomboïdal de Bradley, etc. Le colonel Tupman a recommandé récemment le réticule de 45°, formé de deux lames croisées à angle droit et inclinées à 45° sur la direction du mouvement diurne (*Bulletin*, V, p. 127 et 168). Il l'oriente à l'aide d'un cercle de position, tandis qu'autrefois le réticule se composait de quatre fils, dont deux servaient à l'orienter par rapport au mouvement diurne, et les deux autres à observer les passages de deux objets à comparer. Ce micromètre, très simple et très commode, présente cependant l'inconvénient de supposer que les deux lames sont exactement perpendiculaires. M. Scheiner a essayé de remédier à cette difficulté en tournant le réticule d'un angle de 90° après la première observation, de façon à faire successivement usage des deux angles complémentaires.

On peut encore simplifier l'appareil en réduisant le réticule, avec Boguslawski, à une seule lame diamétrale, mobile autour du centre du champ. Il faut alors observer, dans deux positions différentes de la lame, les passages de trois objets (dont deux étoiles de comparaison). Boguslawski recommande même d'observer tour à tour dans trois positions (*Memoirs of the R.A.S.*, t. XV). Il déclare qu'un micromètre de cette construction lui a donné des résultats d'une précision inespérée. Quand la lunette est munie d'un cercle de position, on pourra se contenter d'une seule étoile de comparaison; dans ce cas, le plus simple sera d'observer les passages des deux objets, en donnant à la lame tour à tour une inclinaison de 45° et de 135° par rapport à la direction du mouvement diurne.

C'est le procédé que M. Vogel avait proposé il y a quelques années, et que M. Kempf recommande à son tour, après l'avoir employé avec succès à l'observatoire de Potsdam.

Soient

Δt l'intervalle des passages de deux objets, dans l'une des positions du fil ou de la lame mobile ;

$\Delta\alpha, \Delta\delta$ les différences d'ascension droite et de déclinaison ;

ε l'angle que fait le fil avec la direction du mouvement diurne,

on aura, par deux observations,

$$\Delta t_1 = \Delta\alpha + \Delta\delta \sec \delta \cot \varepsilon_1,$$

$$\Delta t_2 = \Delta\alpha + \Delta\delta \sec \delta \cot \varepsilon_2,$$

et ces relations permettront de trouver $\Delta\alpha, \Delta\delta$, si les angles $\varepsilon_1, \varepsilon_2$ sont connus. En prenant $\varepsilon_1 = 45^\circ, \varepsilon_2 = 135^\circ$, on aura simplement

$$\Delta\alpha = \frac{1}{2} (\Delta t_1 + \Delta t_2),$$

$$\Delta\delta = \frac{1}{2} (\Delta t_1 - \Delta t_2) \cos \delta.$$

M. Kempf indique encore, pour ce procédé de comparaison micro-métrique, les corrections par lesquelles on peut tenir compte de la réfraction.

Donner. — Sur l'orbite de la planète Istria (183).

M. Donner communique un extrait d'un Mémoire qu'il a consacré à cette planète dans les *Comptes rendus de la Société finnoise des Sciences*. M. W. Luther avait également préparé des éphémérides de recherche. On sait que, depuis, la planète a été retrouvée par M. Palisa.

Espin. — Variable nouvelle dans les Chiens de chasse.

L'étoile DM + 40°, 2694, notée 9^{me}, 2, est maintenant de 7^e ou 8^e grandeur.

Espin. — Étoile nouvelle dans le Cygne.

Cette étoile, de couleur rouge, paraissait, le 8 mai, de 8^e grandeur.

Becker, Berberich. — Éléments et éphémérides de la comète Sawerthal.

Bruns. — Mort de F.-W.-R. Engelmann.

Né à Leipzig, en 1841, R. Engelmann était attaché à l'observatoire de cette ville depuis 1863, et s'était déjà fait connaître par une série de

travaux estimés, lorsque, en 1874, des affaires de famille l'obligèrent renoncer à sa vocation pour entrer dans la maison de librairie de son père. Bien que chargé d'une grande partie des observations courantes, il avait trouvé le temps, pendant son séjour à l'observatoire, d'effectuer un grand nombre de mesures d'étoiles doubles, des recherches sur l'écarts des satellites de Jupiter, etc. Ce n'est qu'en 1882 qu'il put reprendre ses occupations favorites avec une excellente lunette dont il avait fait l'acquisition et qu'il avait installée chez lui. Dans l'intervalle, il avait rendu service aux astronomes par la publication d'un recueil des Mémoires de Bessel. Il est mort subitement, le 28 mars dernier, des suites d'une pneumonie.

Berberich. — Les variations d'éclat de la comète d'Encke.

Malgré l'intérêt très vif qu'ont toujours excité, depuis un siècle, les retours périodiques de la comète d'Encke, et malgré le nombre considérable d'observations que nous possédons de cet astre, il paraît difficile d'établir avec quelque certitude les variations d'éclat qu'il a subies dans le cours de ses apparitions. M. Berberich, qui a entrepris la discussion des matériaux réunis depuis 1786, n'a rien trouvé qui ressemble à une observation photométrique : ce sont toujours des remarques vagues, concernant la visibilité de la comète, l'intensité ou la faiblesse de son éclat, la netteté plus ou moins grande de ses contours, tout cela en rapport avec l'état de l'atmosphère. Il paraît néanmoins indubitable qu'elle a été beaucoup plus brillante dans certaines apparitions qu'elle l'a été dans d'autres ; mais ces variations ne se manifestent pas d'une manière progressive ; il ne semble pas que la comète éprouve un affaiblissement continu, comme on aurait pu le supposer en se rappelant ce qui est arrivé pour la comète de Biela.

M. Berberich trouve, au contraire, que les variations de la comète d'Encke sont périodiques, et qu'elles coïncident avec celles de la fréquence des taches solaires, la lumière de la comète devenant plus intense à mesure que s'accroît l'activité des phénomènes éruptifs. Ce serait une confirmation de l'hypothèse d'après laquelle la lumière des comètes est d'origine électrique et analogue à celle des gaz raréfiés des tubes de Geissler. On sait d'ailleurs qu'un phénomène terrestre de même nature que celui des aurores boréales, est en relation étroite avec les taches du Soleil. Rappelons aussi que, d'après quelques astronomes, les découvertes de comètes sont, en moyenne, plus fréquentes aux époques des maxima qu'à celles des minima des taches (H. Fritz). Il serait, en tout cas, à désirer qu'à l'avenir on eût soin de déterminer l'éclat des comètes, non *grosso modo*, par exemple (comme le propose M. Berberich)

la méthode d'extinction, en augmentant progressivement l'éclairage du champ, et notant les étoiles qui disparaissent en même temps que la comète.

L'éclipse totale de Lune du 28 janvier 1888.

Observations faites à Christiania. Lettre de M. Döllen, qui constate que l'on a déjà reçu, à Poulkova, un total de 783 occultations observées pendant cette éclipse, en 55 stations différentes, et qui se décomposent ainsi : 396 immersions, 387 émergences, parmi lesquelles 172 couples. On espère que ces matériaux, convenablement triés et discutés avec soin, permettront d'obtenir une détermination très précise de la figure de notre satellite.

A Pétersbourg, M. J. Kleiber a fait quelques mesures intéressantes, concernant le temps du passage de l'ombre de l'atmosphère terrestre; ce temps ayant été trouvé, en moyenne, de $2^m 12^s,5$, on peut en conclure que la hauteur de notre atmosphère atteint 287^{km} . L'ombre en question a paru formée de deux couches nettement séparées; la hauteur de la couche la plus dense ne dépasserait pas 81^{km} . Après le commencement de l'éclipse totale, on a vu s'avancer sur la Lune un second disque noir dont le diamètre égalait 0,6 du diamètre lunaire. Ce phénomène avait été déjà signalé par M. Perrotin, à l'occasion de l'éclipse de Lune du 27 février 1877, dans les termes suivants : « Pendant l'éclipse totale, on voit s'avancer sur le disque une ombre nouvelle, marchant dans le même sens que la précédente. Bientôt cette ombre, de forme circulaire, à contours mal définis, se trouve tout entière sur la Lune et produit, par sa superposition sur la première, une sorte d'éclipse annulaire. Son diamètre est environ $\frac{2}{3}$ de celui de la Lune. » M. de Sterneck avait fait la même observation; il attribue à l'ombre parasite un diamètre de $18'$. M. Kleiber pense que cette ombre est produite par la couronne solaire. On a remarqué aussi que, cette année, la Lune est restée visible à l'œil nu pendant la totalité, sous forme d'un disque rougeâtre, tandis que, en 1884, par exemple, elle avait disparu complètement. Cela tient sans doute à l'état de l'atmosphère terrestre.

Struve (O.). — Lettre concernant les déclinaisons de Poulkova.

Peu de temps après la publication du Catalogue de 3542 étoiles observées au cercle méridien de Poulkova, M. Backlund avait signalé une erreur commise dans la réduction des déclinaisons, erreur dont l'influence se faisait sentir dans la comparaison des résultats fournis par le cercle méridien et par le cercle vertical (*Bulletin*, IV, p. 522, et V, p. 83).

M. Struve revient sur cette question, pour préciser les conséquences de l'erreur commise. Selon lui, elle ne peut avoir d'influence que sur les déclinaisons isolées, contenues dans les tomes VI et VII des observations de Poulkova; quant aux déclinaisons du Catalogue définitif, elles n'en sont point affectées, l'erreur se trouvant éliminée par la réduction de ces déclinaisons au système des Catalogues fondamentaux, qui reposent sur les observations du cercle vertical.

On s'est, en effet, arrêté à l'idée de réduire toutes les déclinaisons observées à un même système fondamental, bien que, dans le principe, celles du cercle méridien dussent former un système indépendant, fondé sur les observations des collimateurs. C'est pour se conformer au programme primitif que Sabler et Döllén en 1849, puis encore Gromadske en 1868, avaient déterminé les erreurs de division du cercle méridien de Repsold, erreurs qui furent d'ailleurs trouvées inférieures à $0''.3$. Mais heureusement, d'Asten, chargé en 1869 de la réduction des observations méridiennes, a confondu les erreurs de division avec les corrections correspondantes. Après sa mort, la publication du Catalogue, fondé sur ces matériaux, fut confiée à M. Backlund. On ne s'est aperçu de l'erreur commise que lorsque M. Romberg eut terminé la réduction de ses propres observations, effectuées dans la suite avec le même instrument. Elle a été, comme il vient d'être dit, éliminée par la réduction finale des déclinaisons au système des Catalogues fondamentaux.

Safford (T.-H.). — Sur le procédé de Fabritius pour la réduction d'un équinoxe moyen à un autre.

M. Fabritius a recours, pour le calcul de la précession, aux coordonnées rectangulaires et aux quadratures mécaniques. M. Safford montre qu'on peut arriver au même résultat par une transformation des coordonnées, en faisant usage des quantités auxiliaires qu'il a réduites en Tables (*Astr. Nach.*, n° 2834).

Gothard. — Photographies de la comète Sawerthal.

M. de Gothard a réussi à obtenir, à Herény, de bonnes épreuves de la comète Sawerthal, le 9 et le 12 avril.

Vogel. — Sur la détermination du mouvement des étoiles dans le sens du rayon visuel.

L'observation directe du faible déplacement des raies spectrales, qui résulte de la vitesse de translation d'une étoile dans la direction de l'observateur, rencontre un obstacle sérieux dans le peu de fixité des images

des spectres stellaires qu'il faut comparer au spectre d'une source lumineuse terrestre. M. Vogel avait d'abord tenté de tourner la difficulté en faisant usage d'un réseau, coupé en deux : le spectre de droite de la moitié inférieure et le spectre de gauche de la moitié supérieure, superposés pour une source de lumière fixe, se séparent si la source est animée d'un mouvement de translation. Malheureusement, l'instrument construit d'après ce principe n'était pas assez puissant pour l'observation des spectres stellaires. M. Vogel a obtenu, depuis, des résultats très satisfaisants en photographiant une série de spectres stellaires en même temps que le spectre d'un gaz; on constate aisément, sur ces photographies, le déplacement de la raie $H\gamma$ de l'hydrogène par rapport à la raie correspondante du spectre de l'étoile. M. Vogel a rendu compte de ces expériences dans une Note présentée récemment à l'Académie des Sciences de Berlin, et dont nous parlons ailleurs (p. 254). Il vient la compléter aujourd'hui par quelques observations relatives aux étoiles β et ϵ d'Orion, qui donnent respectivement 86^{km} et 81^{km} par seconde pour la vitesse avec laquelle ces étoiles s'éloignent de l'observateur (61^{km} et 55^{km} pour la vitesse rapportée au Soleil).

Lohnstein (Th.). — Sur le calcul des distances géocentriques d'une comète.

Le procédé imaginé par M. Lohnstein pour la détermination des distances peut être présenté de la manière qui suit. Soient r, r'' les rayons vecteurs, Δ, Δ'' les distances géocentriques, correspondant à la première et à la troisième observation. Le rapport $\Delta : \Delta''$ ayant été déterminé par la formule d'Olbers, à l'aide des données fournies par les trois observations, les rayons vecteurs r et r'' peuvent être considérés comme des fonctions d'une seule inconnue (Δ), dont ils dépendent par des relations de la forme

$$r^2 = a + b\Delta + c\Delta^2,$$

et la corde k s'exprime elle-même par une relation semblable. En désignant maintenant par $\theta, \theta', \theta''$ les trois intervalles, multipliés par la constante de Gauss, nous avons, en première approximation, d'abord

$$k^2 = \frac{2\theta'^2}{r'^2},$$

équation qui, au fond, n'est autre chose que l'intégrale des forces vives; puis cette relation, que j'ai indiquée en 1884 (*Bulletin*, II, p. 11),

$$\frac{\theta}{\theta'} r^2 + \frac{\theta''}{\theta'} r'^2 = r'^2 + \frac{\theta\theta''}{r'}.$$

On a ainsi deux relations entre l'inconnue Δ (contenue dans r , r' , k) et l'inconnue r' , qui permettent de les déterminer l'une et l'autre. M. Lohnstein fait remarquer qu'il est permis de faire ici $\theta = \theta''$, en désignant par r' le rayon vecteur qui correspond au milieu de l'intervalle θ' . Il montre ensuite comment les deux relations, mises sous la forme

$$r'^2 = A + B \Delta + C \Delta^2,$$

$$\frac{2}{r'} = A' + B' \Delta + C' \Delta^2,$$

permettent d'assigner une limite inférieure et une limite supérieure de Δ . La première est fournie par la racine positive de l'équation

$$3 = A + A' + (B + B')\Delta + (C + C')\Delta^2,$$

parce que l'on a toujours, à très peu près, $A + A' = 2$. La limite supérieure se calcule d'une manière différente, suivant que le coefficient B est positif ou négatif. M. Lohnstein donne quelques exemples numériques de l'application de ses formules. Nous n'avons pu en saisir les avantages pratiques. Il est certainement préférable d'introduire tout de suite, au lieu du rapport des distances géocentriques ($\Delta : \Delta''$), leur différence, ou la dérivée $\frac{d\Delta}{dt}$. (Voir *Bulletin*, IV, p. 409.)

Safarik. — Deux variables nouvelles.

Les étoiles dont M. Safarik a reconnu la variabilité sont les suivantes :

S. D. — $7^{\circ}, 27^5$ ($1^{\text{h}} 33^{\text{m}}$; — $7^{\circ} 22'$),

D. M. — $18^{\circ}, 5389$ ($19^{\text{h}} 10^{\text{m}}$; — $19^{\circ} 19'$).

La première est située dans la Baleine, la seconde dans le Sagittaire; M. Safarik l'avait d'abord prise pour S Sagittaire.

Kowalczyk. — Éphéméride de la planète Hespérie (69).

Charlois. — Découverte d'une nouvelle planète (277).

Elle a été découverte à Nice, le 3 mai.

Borrelly. — Découverte d'une nouvelle planète (278).

Découverte à Marseille, le 12 mai.

Observations de planètes et de comètes, d'occultations, etc.

R. R.

MÉMOIRES ET OBSERVATIONS.

SUR LES FORMULES DE M. FABRITIUS;

PAR M. L. SCHULHOF.

Plusieurs astronomes ont démontré ici-même l'exactitude des formules de M. Fabritius, tout en insistant sur ce qu'elles négligent de faibles termes du second ordre, dépendant de $d\lambda^2$, $d\lambda d\varepsilon$, ... Il est très facile de tenir compte de ces termes, dont l'influence est seulement sensible en R .

Désignons les coordonnées rectilignes moyennes, vraies et apparentes, par $x_0, y_0, z_0, x_1, y_1, z_1, x_2, y_2, z_2$ et posons

$$\begin{aligned} x_1 &= x_0 + \Delta x_0 + \xi_0, & x_0 &= x_1 - \Delta x_1 + \xi_1, \\ y_1 &= y_0 + \Delta y_0 + \eta_0, & y_0 &= y_1 - \Delta y_1 + \eta_1, \\ z_1 &= z_0 + \Delta z_0 + \zeta_0, & z_0 &= z_1 - \Delta z_1 + \zeta_1, \end{aligned}$$

où $\Delta x_0, \Delta y_0, \Delta z_0, \Delta x_1, \Delta y_1, \Delta z_1$ sont les termes du premier ordre. On aura jusqu'aux termes du troisième ordre $\xi_0 = \xi_1, \eta_0 = \eta_1$ et $\zeta_0 = \zeta_1$; par conséquent

$$\begin{aligned} x_1 &= x_0 + \frac{1}{2}(\Delta x_0 + \Delta x_1), & y_1 &= y_0 + \frac{1}{2}(\Delta y_0 + \Delta y_1), \\ z_1 &= z_0 + \frac{1}{2}(\Delta z_0 + \Delta z_1). \end{aligned}$$

Introduisons ces valeurs dans les équations qui fournissent x_2, y_2 et z_2 et passons aux coordonnées polaires, en procédant comme M. Oppolzer. En ne négligeant aucun terme qui, pour $\tan \delta = 1000$, pourrait donner $0^s, 01$ en R ou $0''$, 005 en déclinaison, nous avons d'abord, en désignant par Δx et $\Delta \delta$ les valeurs approchées des réductions, données par les formules ordinaires,

$$\begin{aligned} (I) \quad k \cos \delta_2 \sin (x_2 - \alpha_0) &= \cos \delta_0 \Delta x \sin 1'' - \frac{1}{2} f \sin \delta_0 \sin (\delta_1 - \delta_0) \sin 1'', \\ (II) \quad k \cos \delta_2 \cos (x_2 - \alpha_0) &= \cos \delta_0 - \sin \delta_0 (\Delta \delta - i \cos \delta_0) \sin 1'' \\ &\quad - \frac{1}{2} f \cos \delta_0 \sin (x_1 - x_0) \sin 1'', \end{aligned}$$

où k , le rapport de la vitesse résultante à la vitesse de la lumière, est égal à $1 + v \cos \beta \sin (\odot - \lambda) \sin 1'' = 1 + i \sin \delta_0 \sin 1''$.

On tire de ces deux équations les valeurs suivantes de $\text{tang}(\alpha_2 - \alpha_0)$ et $\delta_2 - \delta_0$:

$$\text{tang}(\alpha_2 - \alpha_0) = \frac{\Delta z \sin 1'' - \frac{1}{2} f g \text{ tang } \delta_0 \cos(G + \alpha_0) \sin^2 1''}{1 - \text{tang } \delta_0 [\Delta \delta - i \cos \delta_0 + \frac{1}{2} f g \sin(G + \alpha_0) \sin 1''] \sin 1''},$$

$$\delta_2 - \delta_0 = \Delta \delta - \sin \delta_0 \cos \delta_0 \text{ tang } \frac{1}{2}(\alpha_2 - \alpha_0) \Delta z.$$

On trouve par le calcul le plus rigoureux pour $\delta_2 - \delta_0$ la même expression que M. Fabritius. Même la formule pour $\text{tang}(\alpha_2 - \alpha_0)$ ne se distingue que très peu de la formule analogue de cet astronome, vu que, pour $\text{tang } \delta = 1000$, l'ensemble des termes supplémentaires n'atteindra jamais $0^s, 5$. Il est recommandable de calculer, comme la *Connaissance des Temps*, avec la position moyenne du jour. Dans ce cas, la valeur maxima de Δz sera trois fois plus petite que dans le cas où l'on emploie la position moyenne au commencement de l'année, et les simplifications indiquées par M. Fabritius seront mieux justifiées. On ne commettra alors, même pour $\text{tang } \delta = 1000$, jamais une erreur de $0^s, 1$, en faisant simplement

$$\text{tang}(\alpha_2 - \alpha_0) = \frac{\Delta z \sin 1''}{1 - \text{tang } \delta_0 \Delta \delta_0 \sin 1''}.$$

C'est aussi seulement dans ce cas qu'on pourra prendre

$$\delta_2 - \delta_0 = \Delta \delta - \frac{1}{2} \cos \delta_0 \Delta z^2 \sin 1''.$$

Mais si l'on garde la position moyenne au commencement de l'année, on doit calculer d'après les formules données plus haut toutes les fois que l'étoile se trouve à quelques minutes du pôle. S'agit-il d'une éphéméride, on calculera Δz et $\Delta \delta$ de 5 en 5 jours, et les termes correctifs de 60 en 60 jours, et l'on déterminera de 20 en 20 jours, par les formules rigoureuses, les corrections à ajouter à ces quantités pour obtenir $\alpha_2 - \alpha_0$ et $\delta_2 - \delta_0$.

En faisant

$$\cos \delta \Delta z \sin 1'' - \frac{1}{2} f g \sin \delta_0 \cos(G + \alpha_0) \sin^2 1'' = A$$

et

$$\delta_0 + \Delta \delta - i \cos \delta_0 + \frac{1}{2} f g \sin(G + \alpha_0) \sin 1'' = \Omega,$$

on aura $\text{tang}(\alpha_2 - \alpha_0) = A \sec \Omega$, après quoi on calculera $\delta_2 - \delta_0$ avec la valeur connue de $\text{tang } \frac{1}{2}(\alpha_2 - \alpha_0)$. Il n'y a aucun avantage à remplacer $\text{tang } \frac{1}{2}(\alpha_2 - \alpha_0)$ par $\frac{1}{2} \Delta z$, et l'on peut ainsi commettre

une erreur assez sensible, vu que sa valeur est égale à

$$\frac{1}{2} \tan(\alpha_2 - \alpha_0) - \frac{1}{8} \tan^3(\alpha_2 - \alpha_0) = \frac{1}{2} \frac{\Delta x \cos^2 \frac{1}{2} \Delta x}{1 - \tan \delta_0 \Delta \delta \sin 1''}.$$

Quant aux termes de la nutation qui changent vite, il ne suffira pas de les calculer d'après les formules

$$\Delta x' = f' + g' \sin(G' + \alpha) \tan \delta \quad \text{et} \quad \Delta \delta' = g' \cos(G' + \alpha).$$

Pour en tenir rigoureusement compte, il faudra employer les formules

$$\text{corr. } \alpha = \frac{\Delta x' \cos^2(\alpha_2 - \alpha_1)}{1 - \tan \delta_0 \Delta \delta \sin 1''} + \Delta x \tan \delta_0 \Delta \delta' \sin 1'',$$

$$\text{corr. } \delta = \Delta \delta' - \cos \delta_0 \Delta x \Delta x' \sin 1'',$$

où il suffira aussi de calculer de 20 en 20 jours les coefficients de $\Delta x'$ et $\Delta \delta'$. S'il s'agit d'une position isolée, on introduira ces termes directement en A et Ω .

Il serait très avantageux d'avoir une Table qui donne avec $\frac{\tan(\alpha_2 - \alpha_0)}{\sin 15'}$ la correction qu'il faut ajouter à cette valeur pour obtenir $\frac{\alpha_1 - \alpha_0}{15}$.

Nota. — Les formules approchées

$$\alpha_2 - \alpha_0 = \Delta x + \tan \delta_0 \Delta x \Delta \delta \sin 1'',$$

$$\delta_2 - \delta_0 = \Delta \delta - \frac{1}{2} \cos \delta_0 \Delta x^2 \sin 1''$$

ne peuvent être employées au delà de $\delta = 89^\circ 0'$.

RECHERCHES SUR LA RÉPARTITION DES POINTS RADIANTS, D'APRÈS LES MOIS DE L'ANNÉE ET D'APRÈS LES COORDONNÉES CÉLESTES.

Influence de la Voie lactée et de l'apex. Densité météorique
de la voûte céleste. Durée moyenne du fonctionnement des points radiants.

PAR LE GÉNÉRAL D^r ALEXIS DE TILLO.

[Suite et fin (1).]

3. Pour étudier l'influence de l'apex, j'ai distribué tous les points radiants ainsi que les jours de radiation, d'après les mois de l'année, entre les six régions I-VI, dont chaque région occupe 60°

(1) Voir le Bulletin, t. V, p. 237.

d'ascension droite. La première région est celle qui renferme le Soleil, les deux suivantes appartiennent à l'antiapex, puis à la région de l'antihélium, et enfin les deux dernières régions sont au milieu desquelles se trouve l'apex. Suit le Tableau L. Pour calculer la densité, c'est-à-dire le nombre de jours du fonctionnement des points radiants sur une surface de 10° carrés de la voûte céleste, d'abord pour tout l'hémisphère boréal (Tableau M) séparément pour les zones de 90° à 60° de 60° à 30° de déclinaison, et ainsi de suite (Tableaux M', M'', M''', M'', M'), chaque fois pour les régions de l'hélium (I), de l'antiapex (II, III), de l'antihélium (IV) et de l'apex (V et VI).

TABLEAU L.

		Hélium	Antiapex		Antihélium.	Apex	
		I (60°).	II (60°).	III (60°).	IV (60°).	V (60°).	VI (60°).
JANVIER	{ R.....	2	4	13	28	28	13
	{ J.....	32	77	221	487	344	259
FÉVRIER	{ R.....	1	8	22	23	30	11
	{ J.....	28	166	417	492	366	119
MARS	{ R.....	5	12	25	42	37	15
	{ J.....	30	170	337	501	309	120
AVRIL	{ R.....	3	7	26	65	58	21
	{ J.....	15	95	236	949	515	167
MAI	{ R.....	2	2	24	40	31	9
	{ J.....	10	45	363	515	407	103
JUIN	{ R.....	1	4	18	48	35	9
	{ J.....	5	78	236	653	465	94
JUILLET	{ R.....	6	7	34	92	79	20
	{ J.....	17	51	424	1051	1074	188
AOÛT	{ R.....	11	7	68	100	89	31
	{ J.....	90	447	31	1243	1135	250
SEPTEMBRE	{ R.....	6	13	30	59	66	14
	{ J.....	79	190	609	1088	1005	255
OCTOBRE	{ R.....	7	11	30	77	67	27
	{ J.....	52	79	494	1067	835	329
NOVEMBRE	{ R.....	3	11	24	59	50	22
	{ J.....	15	112	331	795	680	316
DÉCEMBRE	{ R.....	7	4	21	31	33	16
	{ J.....	138	76	447	647	491	193

R signifie points radiants,

J signifie jours de radiation.

TABLEAU M.

Nombre de jours de radiation sur dix degrés carrés.

	Janv.	Févr.	Mars.	Avril.	Mai.	Juin.	Juill.	Août.	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Année
<i>Déclinaison 90°-0° N.</i>													
...	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,2	0,2	0,0	0,4	1,4
...	0,2	0,5	0,5	0,3	0,1	0,2	0,2	0,1	0,6	0,2	0,3	0,2	3,4
...	0,6	1,1	0,7	0,6	0,8	0,7	0,9	1,7	1,7	1,2	0,8	1,2	12,0
V.	1,1	1,1	1,0	2,2	0,9	1,2	2,4	2,9	2,7	2,8	2,3	1,7	22,3
...	0,9	0,6	0,8	1,2	1,1	1,2	2,6	3,2	2,8	2,4	1,9	1,3	20,0
...	0,6	0,3	0,3	0,4	0,2	0,3	0,5	0,7	0,7	1,0	0,9	0,5	6,4
...	-20°	-13°	-2°	+10°	+19°	+23°	+21°	+13°	+3°	-9°	-18°	-22°	
...	-9°	-18°	-22°	-20°	-13°	-2°	+10°	+19°	+23°	+21°	+13°	+3°	
é-													
N.	0,60	0,62	0,58	0,79	0,54	0,61	1,11	1,47	1,44	1,28	1,05	0,88	11,0

TABLEAUX M', M'', M''', M'''.

	Janv.	Févr.	Mars.	Avril.	Mai	Juin.	Juill.	Août.	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Année
<i>Déclinaison 90°-60° N.</i>													
...	0,3	0,6	0,6	0,3	0,1	0,0	0,3	1,9	1,2	1,1	0,3	2,8	9
...	0,7	1,2	2,0	0,4	0,3	0,6	0,2	0,3	1,6	0,5	0,9	1,0	9
...	2,4	2,8	0,6	0,5	1,0	1,2	2,2	4,2	2,5	2,8	2,1	1,3	2,4
...	1,4	1,2	1,3	2,1	1,1	1,3	2,2	3,8	2,9	2,3	2,1	0,9	23
...	1,1	0,6	1,0	1,9	2,1	2,0	3,6	4,2	4,1	1,2	2,2	3,4	27
...	1,3	0,7	1,2	0,5	0,1	0,5	1,4	1,6	1,3	2,5	2,3	1,4	15
...	1,2	1,2	1,1	1,0	0,8	0,9	1,7	2,6	2,3	1,7	1,7	1,8	18
<i>Déclinaison 60°-30° N.</i>													
...	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	1
I...	0,3	0,3	0,4	0,5	0,2	0,4	0,2	0,2	0,5	0,4	0,5	0,2	5
II...	0,1	1,1	1,0	0,7	0,8	1,0	0,6	1,7	1,8	1,0	1,1	1,5	13
V...	1,6	1,0	0,5	2,3	0,7	1,1	3,3	3,7	2,6	3,7	2,4	2,3	26
...	1,6	1,0	1,0	1,4	1,4	1,1	2,7	4,6	2,4	3,2	1,8	1,1	25
I...	0,6	0,3	0,3	0,2	0,5	0,4	0,9	1,0	0,4	1,3	1,1	0,7	8
...	0,8	0,6	0,5	0,9	0,6	0,7	1,3	1,9	1,4	1,6	1,2	1,0	13

Janv. Févr. Mars. Avril. Mai. Juin. Juill. Août. Sept. Oct. Nov. Déc. J

Déclinaison 30°-0° N.

M ^m	I....	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	II....	0,0	0,4	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0
	III....	0,4	0,5	0,3	0,5	0,8	0,3	0,7	1,0	1,3	0,7	0,1	0,9
	IV....	0,7	1,1	1,0	2,2	0,9	1,2	1,8	1,9	2,7	2,2	2,3	1,4
	V....	0,3	0,3	1,0	0,8	0,6	1,1	2,2	1,7	1,5	2,1	1,8	0,8
	VI....	0,4	0,3	0,1	0,4	0,1	0,1	0,0	0,2	0,4	0,2	0,4	0,0
		0,3	0,5	0,4	0,7	0,4	0,5	1,0	0,8	1,0	0,9	0,8	0,5

Déclinaison 0°-30° S.

M ^v	I....	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	II....	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	III....	0,1	0,1	0,1	0,0	0,4	0,0	0,6	0,5	0,0	0,3	0,1	0,2
	IV....	0,3	0,4	0,6	1,0	0,8	1,1	1,0	1,3	0,8	0,4	0,0	0,0
	V....	0,1	0,6	0,2	0,4	0,1	0,3	0,9	0,3	0,3	0,1	0,1	0,1
	VI....	0,1	0,1	0,0	0,2	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2
		0,1	0,2	0,2	0,3	0,3	0,2	0,4	0,4	0,2	0,2	0,0	0,0

Déclinaison 30°-60° S.

M ^v	I....	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	II....	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	III....	0,0	0,2	0,5	0,2	0,0	0,0	0,0	0,5	0,2	0,2	0,2	0,0
	IV....	0,1	0,3	0,2	0,0	0,5	0,3	0,2	0,3	0,2	0,2	0,0	0,5
	V....	0,0	0,4	0,0	0,2	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2
	VI....	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		0,0	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0	0,1

Comme récapitulation, voici les Tableaux N, N', N'' pour l'année entière :

TABLEAU N.

Nombre de jours de radiation sur dix degrés carrés.

	Déclinaison.					90-0 N.
	N.30-60.	60-30.	30-0.	S.0-30.	30-60.	
Hélien I.....	9	1	0	0	0	1
Antiapex II.....	9	5	1	0	0	3
» III.....	24	13	8	3	2	12
Antihélien IV.....	23	26	20	8	3	22
Apex V.....	27	25	15	4	1	20
» VI.....	15	8	3	1	0	6
Hémisphère boreal (sur 10° carrés).....	»	»	»	»	»	11

Pour toute l'année, nous aurons les moyennes suivantes, exprimées en centièmes des sommes totales de chaque zone :

TABLEAU N'.

Fréquence des points radiants en centièmes.

	Déclinaison.					90-0 N.
	N. 50-60.	60-30.	30-0.	S. 0-30.	30-60.	
Héliion I.....	9	1	0	0	0	2
Antiapex II.....	9	6	2	0	0	5
» III.....	22	17	17	17	33	19
Antihéliion IV.....	21	34	43	53	48	36
Apex V.....	25	32	32	24	18	29
» VI.....	14	11	6	6	1	9
	100	100	100	100	100	100

En dernier lieu, je donne encore la répartition météorique, en centièmes, pour l'hémisphère boréal divisé de 30° en 30° d'ascension droite :

TABLEAU N'.

Héliion	{	0°-30°.....	0,8
		30-60.....	1,4
		60-90.....	2,3
Antiapex	{	90-120.....	5,2
		120-150.....	8,4
		150-180.....	15,2
Antihéliion	{	180-210.....	18,5
		210-240.....	18,0
		240-270.....	13,9
Apex	{	270-300.....	9,8
		300-330.....	4,5
		330-360.....	1,5
			100,0

L'apex est à peu près deux fois plus dense que l'antiapex, et tout autant moins dense que l'antihéliion.

L'influence de la déclinaison de l'apex peut être mise en relief par la comparaison des résultats appartenant aux mois opposés. En

omettant les régions I et II, qui sont toujours très pauvres en poin-
radiants, nous aurons :

Pour tout l'hémisphère boréal.

	Février, Mars et Avril.				
	Densités mensuelles moyennes.				
(b) de l'apex.	III.	IV.	V.	VI.	
−20°.....	0,8	1,4	0,9	0,3	j. de rad. sur 10° c.
	Août, Sept. et Octobre.				
+20°.....	1,5	2,8	2,8	0,8	» »

Pour les zones.

	90-60 D. N.				j. de rad. sur 10° c.
	III.	IV.	V.	VI.	
—20°.....	1,3	1,5	1,2	0,8	} j. de rad. sur 10° c.
+20°.....	3,2	3,0	3,2	1,8	
	60-30 D. N.				»
	III.	IV.	V.	VI.	
—20°.....	0,9	1,3	1,1	0,3	} »
+20°.....	1,5	3,3	3,4	0,9	
	30-0 D. N.				»
	III.	IV.	V.	VI.	
—20°.....	0,4	1,4	0,7	0,3	} »
+20°.....	1,0	2,3	1,8	0,3	

Le changement de la déclinaison de l'apex de —20° à +20°
augmente donc la densité :

Dans la zone	Fois.
90-60 D. N.....	2,4
» 60-30 »	2,6
» 30- 0 »	1,9

L'effet moyen du changement de la déclinaison de —20° à +20°
sur tout l'hémisphère du Nord est égal à 2,3 fois l'intensité des
mois de février, mars et avril.

4. Afin de trouver la durée moyenne du fonctionnement des
radiants, on n'a qu'à diviser les chiffres du Tableau E par ceux du
Tableau D. Nous aurons alors le Tableau O et le petit Tableau
d'ensemble P.

TABLEAU O.

Nombres de jours du fonctionnement d'un point radiant
dans différentes parties du ciel.

	Déclinaison.				
	90-60.	60-30.	30-0 N.	0-30.	30-60 S.
A 0-30.....	19	23	21	30	30
30-60.....	16	19	21	12	0
60-90.....	16	18	19	8	16
90-120.....	10	25	18	20	45
120-150.....	22	20	18	26	31
150-180.....	25	14	19	21	28
180-210.....	25	17	12	21	18
210-240.....	12	9	17	23	22
240-270.....	17	11	14	22	30
270-300.....	15	17	15	11	27
300-330.....	15	16	18	10	26
330-360.....	10	17	21	26	21

Le nombre d'observations est évidemment trop petit pour déterminer avec une précision suffisante la durée du fonctionnement d'un point radiant pour chaque trapèze de 30° à 30° d'ascension droite et de déclinaison. Néanmoins, pour les quadrants d'ascension droite, on peut déjà entrevoir une certaine régularité.

TABLEAU D'ENSEMBLE P.

Durée moyenne du fonctionnement d'un point radiant.

	Déclinaison.					Moyenne pour l'hémisphère boréal. 1.
	90-60.	60-30.	30-0 N.	0-30.	30-60 S.	
A 0-90 I.....	17	20	21	17	23	19,3
90-180 II.....	18	20	18	22	34	18,9
180-270 III.....	17	12	14	22	24	14,1
270-360 IV.....	13	17	18	15	25	16,3
Moyennes.....	16,2	17,2	17,9	18,1	26,5	17,2
0-180 $\left(\frac{I+II}{2}\right)$	17,4	19,8	19,5	19,0	30,3	19,2
180-360 $\left(\frac{III+IV}{2}\right)$..	15,1	14,6	16,3	17,8	24,4	15,3
Différence.....	2,3	5,2	3,2	1,2	5,9	3,9
Moyenne générale (90° N.-60° S.).....						17,5

Avant de passer aux conclusions, je dois remarquer que les Catalogues contiennent 249 radiants sans indications précises du nombre de jours de leur durée, avec la seule indication du mois de leur fonctionnement. J'ai admis plus haut que ces radiants ont une durée de trente jours; mais, en les retranchant même tout à fait de nos calculs, nous obtiendrions pourtant pour la durée moyenne des points radiants quinze jours au lieu de dix-sept et demi.

En divisant les nombres de jours donnés dans le § 1 par le nombre de radiants des mêmes mois, on obtient comme durée moyenne des radiants pour les mois de janvier, février, mars, octobre, novembre et décembre 13,6 jours, et pour les mois d'avril, mai, juin, juillet, août et septembre 13,0 jours. Ces quantités sont plus petites, parce que la colonne des points radiants du § 1 contient 485 répétitions; en retranchant ce nombre de 1975, nous aurons 1490. Puis, en divisant 26049 jours par 1490, nous arriverons de nouveau au résultat de 17,5 jours.

P.-S. — Il est fort à regretter que le Catalogue « of all the meteor radiants previously observed », dressé par W.-F. Denning, *has not yet been published.* (Lettre de M. W.-F. Denning, du 5 juin 1887.)

CONCLUSIONS PRINCIPALES.

1. En examinant la répartition des radiants, on n'aperçoit pas d'agglomération dans la région qui environne l'étoile γ d'Hercule. Il n'y a donc pas d'indice qu'un plus grand nombre d'étoiles filantes nous arrivent du point vers lequel se meut notre système solaire.

2. Par contre, on peut constater avec évidence que les régions de la Voie lactée sont plus denses en points radiants. Est-ce là vraiment l'effet de la Voie lactée elle-même, ou bien n'est-ce que la suite de ce que l'apex se trouve pendant la seconde moitié de l'année au dessus de l'équateur céleste, en même temps que l'anti-hélium traverse les ascensions de 270° à 360° et de 0° à 90°? De même, le très grand nombre de radiants aux mois d'août, septembre, octobre ne proviendrait-il pas aussi de ce que l'apex pendant ces mois est dans la Voie lactée ou près de cette Voie? Cette impor-

tante question sera d'autant plus difficile à résoudre que dans l'hémisphère austral les deux circonstances susmentionnées (Voie lactée et apex) seront réunies de la même manière ⁽¹⁾. Le rapport entre les densités des deux parties de la sphère boréale, dont l'une contient la Voie lactée et l'autre ne la contient pas, est, d'après le § 2, égal à 1,4. Je rappellerai que M. A. Svedstrup a trouvé que la plupart des comètes ont leurs périhélies dans la Voie lactée ⁽²⁾.

3. La densité météorique est une fonction de la déclinaison. Cette densité diminue quand la déclinaison diminue. Le maximum de densité se trouve dans la région du ciel entre 0° et 90° d'ascension droite et entre 90° et 60° de déclinaison. Ce maximum est égal à 1,35 radiant et à 24 jours de radiation sur la superficie de 10° carrés du ciel. Outre le Soleil, c'est la Lune qui diminue la fréquence de radiation dans les zones équatoriales.

4. Par rapport à la position du Soleil, c'est en général l'anti-hélium qui présente la partie la plus dense de la voûte céleste. La région de l'apex est en général moins dense que celle de l'anti-hélium. La différence entre les régions de l'apex et de l'antiapex est toujours très manifeste.

5. La durée moyenne du fonctionnement des points radiants est égale à 17,5 ; elle doit être considérée comme durée optique de ce phénomène. La plus grande durée des radiants compris entre 0° et 180° d'ascension droite provient de ce que le Soleil se trouve au-dessous de l'équateur céleste, quand l'anti-hélium parcourt l'écliptique dans les régions comprises entre 0° et 180° d'ascension droite.

La durée moyenne de 17,5 jours prouve peut-être que la plus grande partie des points radiants consignés dans les Catalogues n'appartient pas à des essaims distincts.

⁽¹⁾ *Comptes rendus*, 6 juin 1887.

⁽²⁾ *Astronomische Nachrichten*, n° 2552. Band CVII. Kiel, 1884.

ÉPHÉMÉRIDE DE LA PLANÈTE (28) BELLONA;

PAR M. OLTRAMARE, A PARIS.

(Calculée pour 12^h t. m. de Paris.)Éléments tirés du *Berliner Jahrbuch* pour 1890.

Dates.	R app.	Diff	(D) app.	Mag.	log Δ	T.
1888.	h m s	s				
JUILL. 20...	21. 11. 10,67		—12. 49. 29,1		0,344582	1
21...	10. 27,33	—43,34	54. 38,7	—5. 9,6	0,343741	1
22...	9. 43,36	43,97	—12. 59. 52,3	5. 13,6	0,342951	1
23...	8. 58,80	44,56	—13. 5. 9,9	5. 17,6	0,342213	1
24...	8. 13,66	45,14	10. 31,3	5. 21,4	0,341528	1
25...	7. 27,99	45,67	15. 56,2	5. 24,9	0,340897	1
26...	6. 41,85	46,14	21. 24,4	5. 28,2	0,340321	1
27...	5. 55,25	46,60	26. 55,7	5. 31,3	0,339799	1
28...	5. 8,26	46,99	32. 29,8	5. 34,1	0,339333	1
29...	4. 20,89	47,37	38. 6,5	5. 36,7	0,338923	1
30...	3. 33,19	47,70	43. 45,5	5. 39,0	0,338570	1
31...	2. 45,21	47,98	49. 26,5	5. 41,0	0,338273	1
AOUT 1...	1. 56,99	48,22	—13. 55. 9,3	5. 42,8	0,338033	1
2...	1. 8,58	48,41	—14. 0. 53,7	5. 44,4	0,337852	1
3...	0. 20,04	48,54	6. 39,5	5. 45,8	0,337728	1
4...	20. 59. 30,41	48,63	12. 26,2	5. 46,7	0,337662	1
5...	58. 42,75	48,66	18. 13,6	5. 47,4	0,337654	1
6...	57. 54,07	48,68	23. 51,5	5. 47,9	0,337704	1
7...	57. 5,50	48,57	29. 49,6	5. 48,1	0,337812	1
8...	56. 17,02	48,48	35. 27,6	5. 48,0	0,337979	1
9...	55. 28,69	48,33	41. 25,2	5. 47,6	0,338204	1
10...	54. 40,56	48,13	47. 12,3	5. 47,1	0,338486	1
11...	53. 52,73	47,83	52. 58,4	5. 46,1	0,338826	1
12...	53. 5,21	47,52	—14. 58. 43,4	5. 45,0	0,339222	1
13...	52. 18,04	47,17	—15. 4. 27,0	5. 43,6	0,339675	1
14...	51. 31,26	46,78	10. 9,0	5. 42,0	0,340184	1
15...	50. 44,94	46,32	15. 49,2	5. 40,2	0,340748	1
16...	49. 59,13	46,81	21. 27,2	5. 38,0	0,341367	1
17...	49. 13,84	45,29	27. 2,9	5. 35,7	0,342041	1
18...	48. 29,13	44,71	32. 36,0	5. 33,1	0,342767	1
19...	47. 45,04	44,09	38. 6,4	5. 30,4	0,343547	1
20...	47. 1,62	43,42	43. 33,9	5. 27,5	0,344378	1
21...	46. 18,89	42,73	48. 58,2	5. 24,3	0,345261	1
22...	45. 36,90	41,99	54. 19,3	5. 21,1	0,346194	1
23...	44. 55,67	41,23	—15. 59. 37,0	5. 17,7	0,347177	1
24...	44. 15,26	40,41	—16. 4. 51,1	5. 14,1	0,348209	1
AOUT 25...	20. 43. 35,69	39,57	—16. 10. 1,6	5. 10,5	0,349288	1

SERVATIONS DES COMÈTES OLBERS ET SAWERTHAL ET DES PLANÈTES

(277) CHARLOIS ET (278) BORRELLY,

FAITES A L'OBSERVATOIRE D'ALGER, AU TÉLESCOPE DE 0^m,50;

PAR MM. TRÉPIED, RAMBAUD ET SY.

m. d'Alger. ΔR. ΔD. N. de c. R app. log f. p. D app. log f. p. ★ Obs.

Olbers.

h m s	m s			h m s						
6.39.48	+0. 2,45	— 1.23,8	10:10	17.56.58,02	1,555 <i>n</i>	— 6.55.55,8	0,764	<i>a</i>	R	
7.11. 7	+0. 3,78	— 1.38,2	10:10	17.56.59,35	1,534 <i>n</i>	— 6.56.10,2	0,766	<i>a</i>	S	
5.20.28	+0.20,96	— 10.11,2	20:20	18.17.38,62	1,473 <i>n</i>	— 9.25.30,6	0,787	<i>b</i>	R ¹	
6.16. 3	+0.21,23	— 10.11,0	20:20	18.17.38,89	1,371 <i>n</i>	— 9.25.30,3	0,794	<i>b</i>	S ¹	
6.16. 4	— 1.55,94	+ 0.33,9	8:8	18.17.55,60	1,280 <i>n</i>	— 9.30.40,4	0,798	<i>c</i>	T	
6.11.39	— 1.40,88	— 4. 2,8	9:9	18.18.10,68	1,361 <i>n</i>	— 9.35.17,1	0,795	<i>c</i>	R	
6.44.19	— 1.40,71	— 3.47,2	9:9	18.18.10,85	1,224 <i>n</i>	— 9.35. 1,5	0,800	<i>c</i>	S	

Sawerthal.

6.57.15	+0.54,18	+ 7.24,8	12:12	21.32. 3,34	1,646 <i>n</i>	— 8.11.39,7	0,749	<i>d</i>	R	
7.11.15	+0.56,03	+ 8. 9,4	12:12	21.32. 5,19	1,634 <i>n</i>	— 8.10.55,1	0,753	<i>d</i>	S	
7. 5.36	— 0.25,55	+ 9.44,0	4:4	21.38.24,59	1,635 <i>n</i>	— 5.34.24,8	0,744	<i>e</i>	R	
7.11.54	— 0.24,86	+ 10. 7,3	8:8	21.38.25,28	1,629 <i>n</i>	— 5.34. 1,5	0,745	<i>e</i>	S	
7. 4.46	+ 1.37,32	— 1.21,9	8:8	21.47.54,48	1,632 <i>n</i>	— 1.50. 6,3	0,730	<i>f</i>	R	
7.14.49	+ 1.38,59	— 0.57,0	16:16	21.47.55,75	1,613 <i>n</i>	— 1.49.41,4	0,731	<i>f</i>	S	
6.24.24	— 0.15,19	— 0.30,7	10:10	21.57.10,50	1,660 <i>n</i>	+ 1.39. 2,8	0,717	<i>g</i>	R	
6.50. 7	— 0.11,43	+ 0.51,1	8:8	21.57.14,26	1,643 <i>n</i>	+ 1.40.14,6	0,715	<i>g</i>	T	
5.45.10	+ 1.16,10	— 10.37,9	8:8	22.30. 9,15	1,681 <i>n</i>	+ 12.39.12,6	0,693	<i>h</i>	T	
5.56.56	+ 1.17,39	— 10.12,6	10:10	22.30.10,44	1,677 <i>n</i>	+ 12.39.37,9	0,685	<i>h</i>	R	
6.10.28	+ 1.19,35	— 9.40,8	8:8	22.30.12,40	1,671 <i>n</i>	+ 12.40. 9,7	0,677	<i>h</i>	S	

(277).

3. 3.11	+ 1.31,99	+ 12.16,1	16:16	13.40.45,76	2,931 <i>n</i>	— 11. 4.23,0	0,815	<i>l</i>	T	
3.33.17	+ 1.30,80	+ 12.20,1	12:12	13.40.44,57	2,351 <i>n</i>	— 11. 4.19,0	0,816	<i>l</i>	R	
3.25. 6	— 0.17,78	+ 5.11,1	14:8	13.38. 1,91	4,867 <i>n</i>	— 10.47.27,1	0,814	<i>m</i>	T	
3.51.43	— 0.18,69	+ 5.18,8	14:6	13.38. 1,00	2,759	— 10.47.19,4	0,813	<i>m</i>	S	
3.24.38	+ 0.21,63	+ 0.53,5	12:12	13.37.24,96	1,070 <i>n</i>	— 10.43.22,7	0,811	<i>n</i>	R	
3.38. 1	+ 0.54,73	+ 8.13,4	12:12	13.36.11,58	1,240 <i>n</i>	— 10.35.29,1	0,807	<i>o</i>	R	
3.53.41	+ 0.54,18	+ 8.16,5	12:12	13.36.12,03	1,208 <i>n</i>	— 10.35.26,0	0,807	<i>o</i>	T	

ence d'une faible étoile, qui le 22 mars était très voisine du noyau de la comète, rend
ns de cette date un peu douteuses.

Dates. T. m. d'Alger. ΔR . $\Delta(\odot)$. N. de c. R app. log f. p. $(\odot)$ app. log f.

(278).

1888.		h	m	s	m	s		h	m	s	
MAI 13.	10.23.22	+0.13,77	—	7.19,7	16.10	16.29.	5,83	1,491 <i>n</i>	—21.45.40,7	0,8	
13.	10.50.15	+0.12,78	—	7.19,4	16.10	16.29.	4,84	1,415 <i>n</i>	—21.45.40,4	0,8	
13.	11.10.18	+0.12,04	—	7.19,3	16.10	16.29.	4,10	1,343 <i>n</i>	—21.45.40,3	0,8	
16.	9.59. 3	—0.39,32	—	6.40,2	12.12	16.28.	13,76	1,535 <i>n</i>	—21.45. 1,2	0,8	
16.	10.10.15	—0.39,70	—	6.40,5	12.12	16.28.	12,38	1,510 <i>n</i>	—21.45. 1,5	0,8	

Positions des étoiles de comparaison.

★	Gr.	R moy 1888,0.	Réd. au j.	$(\odot)$ moy 1888,0.	Réd au j.	Autorités.
<i>a...</i>	9,5	17.56.56,55	—0,98	— 6.54.32,3	+ 0,3	Lamont, n° 2544, — 6
<i>b...</i>	9	18.17.17,86	—0,20	— 9.15.19,2	— 0,1	Lamont, n° 2384, — 9
<i>c...</i>	9	18.19.51,72	—0,18	— 9.31.14,2	— 0,1	Lamont, n° 2395, — 9
<i>c...</i>	»	»	—0,16	»	— 0,1	»
<i>d...</i>	8,9	21.31.10,33	—1,17	— 8.19. 0,4	— 4,1	Lamont, n° 4328, — 8
<i>e...</i>	10	21.38.51,28	—1,14	— 5.44. 4,0	— 4,8	Lamont, n° 4368, — 5
<i>f...</i>	9	21.46.18,23	—1,07	— 1.48.38,7	— 5,7	W ₁ , n° 1050, 21 ^h .
<i>g...</i>	9,3	21.57.26,73	—1,04	+ 1.39.30,0	— 6,5	B. B. t. VI, n° 4573,
<i>h...</i>	8	22.28.54,16	—1,11	+12.49.59,3	— 8,8	W ₁ , n° 570, 22 ^h .
<i>l...</i>	9,0	13.39.12,37	+1,40	—11.16.33,5	— 5,6	W ₁ , n° 645, 13 ^h .
<i>m...</i>	8,0	13.38.18,29	+1,40	—10.52.32,6	— 5,6	W ₁ , n° 629, 13 ^h .
<i>n...</i>	8,0	13.37. 1,94	+1,39	—10.44.10,6	— 5,6	W ₁ , n° 604, 13 ^h .
<i>o...</i>	9,0	13.35.16,46	+1,39	—10.43.36,8	— 5,7	W ₁ , n° 572, 13 ^h .
<i>p...</i>	»	16.28.50,37	+1,69	—21.38.22,3	+ 1,3	B. B., t. II.
<i>p...</i>	»	»	+1,71	»	+ 1,3	»

OBSERVATIONS DE LA COMÈTE SAWERTHAL

FAITES A L'OBSERVATOIRE DE LYON (équatorial coudé de 0^m,38);

PAR MM. CH. ANDRÉ ET G. LE CADET.

Dates. T. m. de Lyon. ΔR . $\Delta(\odot)$. N. de c. R app. log f. p. $(\odot)$ app. log f.

◀ Sawerthal.

1888.		h	m	s	m	s		h	m	s	
MAI 2.	15.42.34	+2. 4,93	—	1.49,9	3.3	23.28.	14,32	9,654 <i>n</i>	+27.45. 7,8	0,68	
4.	14.44.49	—5.31,26	+	2.21,6	5.5	23.32.	49,47	9,673 <i>n</i>	+28.46.43,0	0,7	
5.	14. 9. 3	+1.46,13	—	10. 2,8	6.6	23.35.	4,29	9,672 <i>n</i>	+29.16.15,5	0,7	
5.	14.42.10	+1.49,13	—	9.15,8	6.6	23.35.	7,29	9,675 <i>n</i>	+29.17. 2,5	0,7	
7.	14.37.50	+2.48,76	—	5. 1,6	6.6	23.39.	38,64	9,679 <i>n</i>	+30.16. 7,0	0,7	

MÉMOIRES ET OBSERVATIONS.

295

T. m. de Lyon. $\Delta R.$ $\Delta(D).$ N. de c. Rapp. log f. p. (D) app. log f. p. * Obs.

« Sawerthal.

	h	m	s	m	s	h	m	s											
15.15.36	+2.52,17	—	4.16,6	6:6	23.39.42,05	9,672 <i>n</i>	+30.16.52,0	0,689	<i>d</i>	LC									
14.34.6	+0.16,49	—	7.1,6	5:5	23.41.52,28	9,681 <i>n</i>	+30.44.21,2	0,730	<i>e</i>	CA									
15.6.9	+0.19,30	—	6.22,5	5:5	23.41.55,09	9,677 <i>n</i>	+30.45.0,3	0,695	<i>e</i>	LC									
14.55.56	—1.16,86	—	7.52,6	15:15	23.48.24,22	9,685 <i>n</i>	+32.8.6,3	0,692	<i>f</i>	LC									
14.14.14	—0.33,80	—	0.50,1	4:3	23.50.28,16	9,690 <i>n</i>	+32.33.59,2	0,738	<i>g</i>	CA									
15.10.11	—0.29,01	+	0.12,5	6:5	23.50.32,95	9,682 <i>n</i>	+32.35.1,8	0,669	<i>g</i>	LC									
14.36.53	—3.7,44	—	0.4,6	4:4	0.0.43,25	9,699 <i>n</i>	+34.40.47,8	0,687	<i>h</i>	CA									
15.3.21	—3.5,79	+	0.22,8	3:3	0.0.44,90	9,691 <i>n</i>	+34.41.15,2	0,649	<i>h</i>	LC									
14.10.17	+0.21,53	—	4.55,4	5:4	0.17.24,06	9,719 <i>n</i>	+38.2.49,0	0,676	<i>i</i>	CA									
14.54.8	+0.24,63	—	4.12,5	9:7	0.17.27,16	9,706 <i>n</i>	+38.3.31,9	0,604	<i>i</i>	LC									
14.16.7	+3.3,12	—	7.50,1	5:5	0.22.30,82	9,713 <i>n</i>	+39.4.34,9	0,649	<i>j</i>	CA									
14.53.51	+3.5,30	—	7.18,9	5:5	0.22.33,00	9,709 <i>n</i>	+39.5.6,1	0,583	<i>j</i>	LC									

Positions des étoiles de comparaison.

Cr.	R moy. 1888,0.	Réd. au j.	(D) moy. 1888,0.	Réd. au j.	Autorités.
	h m s	s	h m s	"	
6,5	23.26. 9,99	—0,60	+27.47. 9,0	—11,3	{ $\frac{1}{3}(524 W_2 23^h + 11292 Rümkl_1$ + 3196 Arm ₂).
5	23.28.21,34	—0,61	+28.44.32,8	—11,4		8256 B.A.C.
9	23.33.18,72	—0,56	+29.26.29,8	—11,5	692, W ₂ . 23 ^h .
9	23.36.50,40	—0,52	+30.21.20,2	—11,6	$\frac{1}{2}(777 + 778 W_2, 23^h)$.
9	23.41.36,31	—0,52	+30.51.34,5	—11,7	860, W ₂ . 23 ^h (1).
7,5	23.49.41,56	—0,48	+32.16.10,7	—11,8	$\frac{1}{2}(46883 Lal. + 3267 Arm_2)$.
8	23.51. 2,41	—0,45	+32.35. 1,1	—11,8	1029, W ₂ . 23 ^h .
9	0. 3.51,07	—0,38	+34.41. 4,4	—12,0	22, W ₂ . 0 ^h .
7	0.17. 2,70	—0,17	+38. 7.56,6	—12,2	$\frac{1}{2}(161 Yarn. + 46 Arm_2)$.
7,5	0.19.27,78	—0,08	+39.12.37,3	—12,3	{ $\frac{1}{2}[\frac{1}{2}(503 + 504) Lal. + 53$ Arm ₂].

Mai 2. — Comète très faible. Quelques cirrus.

4. — La comète présente un noyau allongé de 9^e grandeur, avec un prolongement ou filet lumineux rectiligne d'environ 30' dans l'angle de position 275°. Le noyau est au foyer d'une nébulosité de forme parabolique, s'étendant du côté du filet lumineux qu'elle enveloppe, et dont l'intensité lumineuse va graduellement en décroissant du noyau vers l'extrémité de la queue; celle-ci étant d'ailleurs sensiblement plus lumineuse dans sa partie Sud que dans l'autre. La largeur de la nébulosité vers le noyau est de 45'.

(1) La déclinaison de cette étoile paraît faible.

Mai 11. — Le noyau est allongé et piriforme. Plus de trace de filet lumineux dans l'axe de la queue. L'intensité lumineuse de celle-ci est uniforme dans sa largeur : sa longueur atteint 35'.

Mai 26. — La comète a totalement changé d'aspect. Deux arcs orthogonaux de spirales logarithmiques, confondant leurs premiers éléments pour former le noyau, limitent la nébulosité à tête de la comète, dont la largeur est d'environ 2'35". Le noyau est très allongé et la queue, rectiligne, est devenue étroite et très faiblement lumineuse, quoique encore visible jusqu'à 15' du noyau dans l'angle de position 275°.

Mai 29. — Même aspect que le 26. Mais ciel plus pur. Comète plus lumineuse.

OBSERVATIONS DE PLANÈTES ET DE LA COMÈTE SAWERTHAL,

FAITES A L'OBSERVATOIRE DE MARSEILLE

(Équatorial d'Eichens, 0^m, 26 d'ouverture);

PAR M. BORRELLY.

Heure de l'obs. T. m. Marseille.	ΔR .	ΔP .	N. dec.	R app.	log. f. p.	P app.	log. f. p.
(274).							
5. 9. 9.16	+1.45,29	+ 3.28,0	5.5	12.49. 8,55	-1,450	89. 0.19,7	-0,777
6. 9. 9.31	+0.59,78	- 0.52,8	5.5	12.48.23,05	-1,439	88.55.58,8	-0,777
8. 9. 1.59	-0.31,57	- 9.24,4	5.5	12.46.51,70	-1,434	88.47.27,2	-0,777
12. 9.23.13	-0.26,54	-12. 1,8	5.5	12.43.53,94	-1,318	88.31.24,6	-0,773
13. 9.16.46	-1. 9,51	-15.45,2	5.5	12.43.10,97	-1,326	88.27.41,2	-0,773

(207) Hedda.

5. 10.45.26	+2.48,79	+10.14,0	5.5	12.41.16,85	-1,631	92.24. 3,6	-0,811
6. 10.10.40	+1.50,49	+ 6.20,4	6.6	12.40.18,55	-1,208	92.20.10,0	-0,803
8. 9.48.20	-0. 6,69	- 1.23,4	5.5	12.38.21,38	-1,263	92.12.26,1	-0,803

(48) Doris.

6. 11.13.52	-1. 3,94	+ 6.17,2	4.4	13.22. 1,40	-1,091	95.49.34,0	-0,823
8. 10.18.35	-0.19,71	+ 4.17,1	5.5	13.20.37,76	-1,310	95.47.33,9	-0,823

(275).

17. 9.33.35	+4.34,29	4.40,4	5.5	12.37.51,90	-1,175	86.22.10,0	-0,723
18. 9.23.14	+3.57,61	- 8.26,0	5.5	12.37.15,22	-1,195	86.18.24,3	-0,723
20. 9.21.19	+2.46,48	-15.33,1	5.5	12.36. 4,08	-1,158	86.11.17,1	-0,723

Heure de l'obs. $\Delta R.$ $\Delta P.$ N. de c. R app. log f. p. P app. log f. p. *

(276)

8. 10.51.48 +2. 2,62 + 2. 9,1 5.5 14. 4. 4,78 -1,195 102.25.40,6 -0,862

(124) Alkeste.

8. 9.15. 0 +1.34,44 - 2.19,2 5.5 12.41. 7,45 -1,031 93.14.21,9 -0,810 7

◀ Sawerthal.

5. 15.59.48 +5. 0,25 - 0. 5,2 5.5 22.15.24,23 -1,635 82. 0.28,9 -0,769 8
 6. 15.41.54 -0.47,07 +16.55,1 5.5 22.18.21,41 -1,641 81. 2.33,3 -0,772 9
 8. 16.16.15 -6.41,89 +15. 0,6 2.2 22.24.20,67 -1,629 79. 8.14,4 -0,753 10
 2. 15.52.45 +3.33,56 + 2.28,0 5.5 22.35.54,33 -1,644 75.37.51,8 -0,748 11
 3. 15.23.44 -8. 6,34 + 6.29,3 5.5 22.38.42,83 -1,651 74.49.16,3 -0,756 12
 17. 15. 6.33 +4.40,50 +15.20,7 5.5 22.49.49,95 -1,660 71.42.39,5 -0,754 13

Positions des étoiles de comparaison.

Nom de l'étoile.	Gr.	R moy. 1888,0.	Réd. au j.	P moy. 1888,0.	Réd. au j.	Autorités.
776 W ¹ XII	8,9	12.47.22,10	+1,16	88.56.45,5	+6,2	Cat. Weisse
»	»	12.47.22,10	+1,17	88.56.45,5	+6,1	»
»	»	12.47.22,10	+1,17	88.56.45,5	+6,1	»
726 W ¹ XII	8,9	12.44.19,30	+1,18	88.43.20,3	+6,1	»
»	»	12.44.19,30	+1,18	88.43.20,3	+6,1	»
619 W ¹ XII	7	12.38.26,89	+1,17	92.13.43,3	+6,3	»
»	»	12.38.26,89	+1,17	92.13.43,3	+6,3	»
»	»	12.38.26,89	+1,18	92.13.43,3	+6,2	»
304 W ¹ XIII	8,9	13.20.56,24	+1,22	95.43.11,3	+5,5	»
»	»	13.20.56,24	+1,23	95.43.11,3	+5,5	»
524 W ¹ XII	9	12.33.16,46	+1,15	86.26.44,5	+5,9	»
»	»	12.33.16,46	+1,15	86.26.44,5	+5,8	»
»	»	12.33.16,46	+1,14	86.26.44,5	+5,7	»
1060 W ¹ XIII	8	14. 2. 0,80	+1,36	102.23.27,2	+4,3	»
636 W ¹ XII	8	12.39.31,84	+1,17	93.16.35,9	+5,2	»
171 W ¹ XXII	7	22.10.24,92	-0,94	82. 0.26,3	+7,8	»
368 W ¹ XXII	7,8	22.19. 9,42	-0,94	80.45.30,1	+8,1	»
618 W ¹ XXII	7	22.31. 3,50	-0,94	78.53. 5,2	+8,6	»
646 W ¹ XXII	8	22.32.21,62	-0,85	75.35.14,7	+9,1	»
943 W ¹ XXII	7	22.46.50,05	-0,88	74.42.37,6	+9,4	»
1013 W ² XXII	7	22.45.10,24	-0,79	71.27. 8,9	+9,9	»

Remarques. — Le 5 avril, la planète (274) est de 13^e grandeur. Hedda (207) est de 12^e grandeur. Le 6 avril, Doris (48) est 11^e-12^e. 17 avril, la planète (275) est estimée 11^e grandeur; le 18, la planète (2) est 11^e-12^e grandeur. L'étoile 1060 W¹, à laquelle on la compare, est double. Le 28 avril, la planète (124) Alkeste est estimée de 10^e-11^e grandeur.

Le 5 avril, le noyau de la comète Sawerthal, allongé en forme de poire, a un diamètre de 20", il brille un peu moins que l'étoile 171 W¹ XX 7^e grandeur. La queue a une longueur de 2° environ; elle est partagée par une ligne brillante qui surpasse en éclat les fils brillants du micromètre; cette ligne se fond, à 16' de la tête, avec le reste de l'enveloppe nébuleuse. A l'œil nu, la tête de la comète brille comme une étoile de 5^e grandeur. Le 6 avril, la comète a sensiblement le même aspect que la veille; elle est occultée à 16^h 22^m 13^s une étoile de 10^e-11^e grandeur dont la position approchée est : α 22^h 18^m 26^s, δ 81° 1'. L'aspect de l'étoile dans la nébulosité de la tête de la comète rappelle celui des étoiles observées à travers un épais brouillard. Le 12 avril, la comète va en diminuant d'éclat; la ligne brillante qui partage la queue est plus faible et a sensiblement le même éclat que les fils brillants du micromètre. A l'œil nu, elle ressemble assez à la nébuleuse d'Andromède. Le 17, la comète va toujours en diminuant d'éclat.

REVUE DES PUBLICATIONS ASTRONOMIQUES.

BAUSCHINGER (J.). — UEBER DIE BIEGUNG VON MERIDIANFERNROHREN. (Thèse inaugurale présentée à la Faculté de Philosophie de l'Université de Munich, 1888; in-4°.

En dépit des efforts qui ont été faits pour s'en débarrasser, la flexion des lunettes reste toujours l'un des grands obstacles auxquels se heurtent les astronomes lorsqu'ils essayent de porter la précision des observations au delà des dixièmes de seconde. Les procédés qu'on a imaginés en vue de corriger les observations des erreurs dues à la flexion sont de deux sortes. Les uns ont pour but de l'éliminer par la manière dont les observations sont combinées : tels sont le procédé de Bessel (emploi du baromètre de mercure dans les deux positions de l'instrument) et celui de Repsold ou de Hansen (substitution de l'oculaire à l'objectif); ces méthodes obligent l'astronome à multiplier beaucoup les observations, et elles supposent que la flexion ne change pas dans l'intervalle. Les autres procédés sont destinés à mesurer directement la flexion : méthode des c

limateurs, introduite par Bessel, méthodes de Marth et de M. Lœwy, etc. L'usage des collimateurs n'est commode que dans la position horizontale, bien qu'on ait proposé divers moyens de rendre ce procédé applicable à toutes les distances zénithales (¹). Quant aux méthodes de M. Marth et de M. Lœwy, elles exigent l'intervention d'un appareil auxiliaire qui se place dans le cube central de la lunette, et qui permet de voir à la fois l'image d'un repère tracé sur l'objectif et l'image réfléchie du réticule. Il s'agit ici, plus particulièrement, de la flexion du tube de la lunette, et c'est aussi cette partie de la flexion instrumentale que cherche à déterminer M. Bauschinger par le nouveau procédé dont il vient de faire l'essai, à l'observatoire de Munich.

Voici le principe de sa méthode. On mesure les déplacements de l'oculaire et de l'objectif à l'aide de deux miroirs, disposés aux deux extrémités de la lunette, et d'une échelle divisée qui se dresse sur le cube central; les divisions des deux faces de l'échelle, réfléchies par les deux miroirs, sont observées avec une petite lunette brisée, à deux prismes, installée sur le cube, au-dessous de l'échelle. Mais les miroirs ne sont pas fixés directement au tube de la lunette; ils sont attachés à des molettes, soutenues par une sorte de cadre inflexible, et sur lesquelles viennent s'appuyer deux lames fixées aux deux bouts du tube. Ces lames font tourner les molettes par frottement, et, comme ces dernières n'ont qu'un diamètre d'environ 5^{mm}, les mouvements du tube que produit la flexion sont singulièrement amplifiés par les miroirs; pour une lunette de 1^m,35, comme celle dont s'est servi M. Bauschinger, l'amplification (doublée par la réflexion) est de plus de 500 fois. Le cadre inflexible, ou du moins supposé tel, est formé de deux losanges de forte tôle, vissés contre les faces latérales du cube et consolidés par des traverses; les bouts sont réunis par des anneaux qui portent les molettes et les miroirs. La section des losanges est calculée de manière à obtenir le minimum de flexion; l'observation directe prouve d'ailleurs que la flexion du cadre est imperceptible.

M. Bauschinger n'a pu se servir, pour ses expériences, que d'une vieille lunette, à tube conique, de 0^m,085 d'ouverture et de 1^m,35 de distance focale, installée sur des piliers improvisés; les résultats qu'il a obtenus offrent néanmoins un réel intérêt. Il a remarqué tout d'abord que la moindre inégalité de température, causée par l'intervention d'une source de chaleur rayonnante, produisait une flexion qui persistait pendant plusieurs minutes. En approchant la main du tube, sans le toucher, on pou-

(¹) Par exemple, l'emploi d'un miroir plan (Brünnow, *Astronomie pratique*, p. 71). Voir aussi la méthode de M. Schaeberle (*Bulletin*, V, p. 81).

vait faire naître une flexion de $0^{\circ},3$; la seule présence de l'observateur s'accusait, au bout de dix minutes, par une flexion de $0^{\circ},1$ à 0° , voisinage d'une petite lampe, approchée à la distance de 1^m , au bout de trois secondes, faisait fléchir le tube de $1^{\circ},2$, et cette déformation n'était plus disparu qu'au bout de cinq à six minutes. Un autre fait dont on ne s'occupe pas assez, c'est la lenteur avec laquelle s'établit l'équilibre d'élasticité quand on change la position du tube : pendant les deux premières minutes, la flexion peut varier encore de $0^{\circ},1$ à 0° ; il importe donc de construire les tubes de façon à réduire la flexion au minimum.

M. Bauschinger, après quelques digressions théoriques sur les causes de la flexion, décrit ses expériences et en fait connaître les résultats numériques. Il a exécuté, au mois de novembre dernier, onze séries de mesures, en vue de déterminer la flexion de la lunette de 30° et depuis le zénith jusqu'au nadir (entre 0° et 180° , l'appareil provisoire ne permettant pas de dépasser 180°). Voici la disposition des observa-

Dist. zénith.	Oculaire.	Objectif.
0°	36,2	39,0
30.....	25,0	26,8
0.....	36,0	38,4
60.....	17,0	17,0
0.....	36,0	38,3
90.....	13,6	13,2
0.....	36,2	38,8
120.....	16,3	16,1
.....		

En prenant les différences des lectures, on trouve, par exemple pour $z = 30^{\circ}$,

Oculaire.	Objectif.
11,2	12,2
11,0	11,6

Les moyennes des onze séries donnent, pour six distances zénithales différentes :

Dist. zénith.	Oculaire.	Objectif.
30°	11,00	11,91
60.....	19,60	21,39
90.....	22,96	25,14
120.....	20,28	22,58
150.....	12,40	13,75
180.....	0,73	1,32

Ces nombres étant divisés respectivement par 524 et 521, on obti-

déplacements absolus de l'oculaire et de l'objectif, exprimés en millimètres; d'où se déduisent, d'une part, les flexions absolues des deux moitiés du tube et, de l'autre, la flexion astronomique :

Dist. zénith.	Oculaire.	Objectif.	Flex. astr.	Err. m.
30°.....	+ 6,46	+ 7,00	+ 0,258	± 0,030
60.....	11,51	12,56	0,534	0,033
90.....	13,48	14,77	0,689	0,036
120.....	11,91	13,26	0,715	0,029
150.....	7,28	8,08	0,411	0,025
180.....	0,43	0,78	0,175	0,032

On suppose ici la flexion nulle au zénith. La petitesse de l'erreur moyenne semble indiquer que la méthode est susceptible d'un haut degré de précision.

Une série d'expériences spéciales a encore montré qu'une différence de température de 1° C. entre les deux faces du tube produisait une flexion horizontale de 0^{mm},0023 (0^{''},71), du côté de l'oculaire.

Espérons que M. Bauschinger puisse bientôt mettre à exécution les expériences qu'il se propose d'entreprendre avec un appareil plus parfait, en les contrôlant par l'une ou l'autre des anciennes méthodes.

R.

VIERTELJAHRSSCHRIFT DER ASTRONOMISCHEN GESELLSCHAFT. 22^e année; 3^e fascicule. Leipzig, 1887.

En dehors des éphémérides d'étoiles variables, dressées par M. Hartwig, et d'une biographie d'Oppolzer, par M. R. Schram, qui remplit 32 pages (dont 16 occupées par la liste détaillée des 320 Mémoires, Articles et Notes de toutes sortes, publiés par Oppolzer dans l'espace de vingt-cinq ans), ce fascicule ne renferme que des comptes rendus bibliographiques.

Nous y trouvons d'abord un article assez étendu (28 pages) que M. W. Schur a consacré aux deux volumes, récemment publiés sous les auspices de l'Académie dei Lincei, qui renferment les mesures micrométriques d'étoiles doubles du baron Dembowski. On sait que Dembowski (né à Milan en 1812, mort en 1881) a fait pendant vingt-sept ans (de 1851 à 1878) des observations d'une haute valeur, et plus précises que ne semblaient le comporter ses moyens d'observation. A Naples, où il demeura jusqu'en 1858, il se servait d'un dialyte de 5 pouces, pourvu simplement de quelques fils fixes et d'un fil mobile; à Gallarate, il avait à sa disposition un réfracteur de Merz, de 7 pouces, muni d'un micromètre complet

et d'un mouvement d'horlogerie. C'est avec ces instruments qu'il a effectué environ 21000 mesures d'étoiles doubles, nombre égal à celui de l'ensemble des mesures exécutées par les deux Struve, à Dorpat et à Poulkova. Il s'était proposé, avant tout, de réobserver les couples déjà connus; mais il en a aussi découvert lui-même un certain nombre. Ses observations, publiées d'abord par fragments dans les *Astronomisch Nachrichten*, méritaient certainement d'être réunies et présentées au public dans un Ouvrage spécial. Cet Ouvrage, Dembowski avait eu le temps de le rédiger en grande partie; MM. Schiaparelli et O. Struve en ont terminé la rédaction et surveillé l'impression.

Le dialyte de Plössl dont il faisait usage à Naples a permis à Dembowski, malgré la faible dimension de l'objectif (0^m,135), de séparer des couples dont la distance ne dépassait pas 1". Le micromètre était formé de cinq fils parallèles, croisés par deux fils perpendiculaires (l'un fixe l'autre mobile). On ne pouvait ainsi mesurer directement que les distances; pour obtenir les angles de position, Dembowski avait imaginé le procédé suivant. Le réticule étant orienté de manière à rendre le premier système de fils parallèle à la ligne de jonction des deux étoiles, on observe les passages successifs de l'une de ces étoiles par deux fils parallèles, en amenant le fil mobile sur les points où l'étoile traverse chacun des deux fils. La différence des lectures donne la projection de la distance de ces points sur les fils parallèles; la projection perpendiculaire est fournie par la distance connue des deux fils; leur rapport fait connaître la tangente de l'angle de position. Lorsque la direction du mouvement diurne fait un angle trop aigu avec la ligne de jonction des composantes, on place les fils parallèles perpendiculairement à cette ligne. Le réfracteur de Merz, que Dembowski a employé à partir de 1862, était muni d'un cercle de position.

Dembowski était un observateur aussi consciencieux qu'ingénieur; il avait de très bons yeux, et observait sous un ciel très pur; ses mesures, à en juger par la petitesse des erreurs probables, jouissent d'une précision exceptionnelle. La publication de l'ensemble de ses travaux peut être considérée comme un service rendu à la Science.

Le Mémoire où M. Newcomb a consigné les résultats de ses recherches expérimentales sur la vitesse de la lumière (*Astronomical Papers*, vol. 1, Washington, 1885) avait été analysé avec soin par A. Wagner, le savant sous-directeur de l'observatoire de Poulkova, que la mort a empêché de mettre la dernière main à son compte rendu; on l'a inséré à peu près tel qu'il a été trouvé dans les papiers du défunt. M. Wagner avait consacré précédemment des articles aux expériences analogues de Michelson et à celles de J. Young et G. Forbes (voir *Bulletin*, I, p. 5). Les expériences de M. Newcomb ont suivi de près celles de M. Michelson.

(*Astronomical Papers*, vol. I, Part III; Washington, 1880); elles ont été exécutées, comme ces dernières, par la méthode de Foucault, mais sur une grande échelle : la distance du miroir tournant au miroir concave a été tour à tour de 255^m et de 372^m. Le miroir tournant (représenté par un prisme d'acier poli, à base carrée) était mis en mouvement par une turbine, et la vitesse enregistrée sur un chronographe. On a obtenu, en tout, 255 déterminations complètes de la vitesse de la lumière, qui, divisées en trois séries, ont donné les résultats suivants : 299615^{km}; 299682^{km}; 299766^{km}. Pour la vitesse dans le vide, M. Newcomb trouve finalement 299860^{km}, avec une erreur probable de $\pm 30^{\text{km}}$.

Voici les chiffres obtenus successivement par divers expérimentateurs :

	km
Foucault (1862).....	298000
Cornu (1874).....	298500
Id. (1878).....	300400
Id., d'après Listing.....	299990
Young et Forbes (1881).....	301382
Newcomb (1882).....	299860

M. B. Peter a consacré quelques pages au *Traité d'Astronomie sphérique* de J.-Ph. Herr (Vienne, 1887). L'Ouvrage, achevé, après la mort de l'auteur, par M. Tinter, ne contient rien de particulièrement nouveau.

M. Seeliger a donné une analyse intéressante de deux écrits du philosophe L. Lange, relatifs l'un au principe de l'inertie, l'autre à l'évolution historique de l'idée du mouvement. Il s'agit, pour M. Lange, de savoir si la notion du mouvement rectiligne et uniforme, sur laquelle s'appuie le principe de l'inertie, n'est pas une simple convention, et s'il n'est pas indispensable de définir avant tout le système de coordonnées par rapport auquel le mouvement d'un point, abandonné à lui-même, peut être considéré comme rectiligne; il arrive ainsi à définir le système de coordonnées *inertial* par cette propriété que trois points matériels, projetés d'un même point de l'espace, se meuvent, par rapport à ce système, sur trois droites. Nous n'osons suivre M. Seeliger dans l'analyse de ces subtilités métaphysiques, qui conduisent aux mêmes difficultés où se heurtent les spéculations modernes sur les axiomes de la Géométrie.

R. R.

BULLETIN DU COMITÉ INTERNATIONAL PERMANENT POUR L'EXÉCUTION PHOTOGRAPHIQUE DE LA CARTE DU CIEL. Premier fascicule.

Ce Bulletin, publié par l'amiral Mouchez comme président du *Bureau du Comité permanent*, paraîtra chaque fois que ce Bureau aura soit

quelque Mémoire à publier, soit quelque renseignement utile à porter à la connaissance des savants et des observatoires qui s'occupent d'exécution des décisions prises par le Congrès.

Sur la proposition de M. J. Bertrand, l'Académie, après avoir pris son patronage la réunion du Congrès, s'est chargée également de pourvoir à la publication de ce Bulletin.

Ce premier fascicule donne d'abord le Règlement adopté par le Bureau du Comité permanent; viennent ensuite un Mémoire de M. J. Gill, un autre de M. Thiele, diverses Notes et enfin le résumé de la Correspondance.

Méthode de montage des plaques sensibles; détermination de leur orientation
par M. DAVID GILL, Astronome royal, Directeur de l'observatoire du Cap de Bonne-Espérance.

Ce Mémoire débute par une étude complète de la *mesure des clichés*. On pourrait employer ces trois méthodes de mesures :

- 1° Mesure des coordonnées linéaires rectangulaires;
- 2° Mesure des coordonnées polaires (angles de position et distances)
- 3° Mesure directe des différences d'ascension droite et de déclinaison à l'aide d'un micromètre à mouvement parallactique.

La première méthode n'offre guère que des inconvénients, et M. Gill développe la seconde, qui paraît devoir être préférée.

Le Congrès a décidé que chaque plaque, avant son exposition aux étoiles, recevrait l'image latente d'un réseau connu pour permettre de déterminer les déformations de la couche sensible. Admettons qu'il ne se soit pas produit de déformation dans cette couche entre le moment où l'on donne l'empreinte latente et le moment où elle est exposée à la chambre noire : après le développement, on pourrait superposer le réseau à son image et rejeter toutes les plaques où la coïncidence ne serait plus parfaite, mais on perdrait ainsi un grand nombre de bonnes plaques qu'on pourra utiliser.

Pour cela, admettons qu'en installant la plaque dans la chambre noire on l'ait placée normalement à l'axe optique et qu'on ait fait passer cet axe par l'intersection des lignes centrales du réseau (intersection que nous prendrons pour origine, sur le réseau et sur la plaque). Quand la plaque sera développée, on mesurera les angles de position et les distances de toutes les intersections venues sur la plaque; on les compare aux mêmes coordonnées, supposées connues, des points correspondants du réseau et il en résultera deux Tables à double entrée (argument : angle de position et distance), une pour les angles, l'autre pour les distances, Tables qui donneront par interpolation les corrections

appliquer à l'angle de position et à la distance de chaque étoile de la plaque.

Distorsion du champ. — Si l'objectif est bien centré, la déformation du champ dépendra uniquement de la distance au centre de ce champ. M. Gill pense que la méthode la plus simple pour en déterminer la loi est de photographier une région céleste où se trouvent un grand nombre d'étoiles exactement déterminées au moyen de l'héliomètre (pour l'hémisphère boréal le choix des Pléiades est tout indiqué).

La comparaison des distances mesurées sur la plaque aux distances exactes montrera probablement que les vraies distances angulaires sur les clichés peuvent être représentées par une expression de la forme

$$as + bs^2 + cs^3 + \dots,$$

où s désigne la distance en millimètres, comptée à partir du centre, et où $a, b, c, \dots$ sont des coefficients à déterminer. Si l'objectif est bien centré, dans tous les angles de position les valeurs de $a, b, c, \dots$ seront les mêmes; et s'il n'en était pas ainsi, peut-être serait-il préférable de recommencer le travail avec un objectif bien centré plutôt que d'entreprendre la réduction de clichés obtenus avec un objectif dont la distorsion optique du champ ne serait pas symétrique par rapport au centre.

Détermination de la valeur de l'échelle du réseau original. — En construisant les tubes des lunettes en laiton ou en acier, ou partie avec l'un et partie avec l'autre de ces métaux, on pourra rendre la position du plan focal presque invariable sur le tube. Au moyen de l'échelle oculaire, on déterminera approximativement les positions extrêmes du plan focal et ensuite on fixera d'une manière immuable le porte-plaque dans la position moyenne, sans que la netteté des images puisse jamais être altérée d'une manière sensible par suite de la non-coïncidence rigoureuse du plan focal et du plan dans lequel se trouve la plaque sensible. Pour une température déterminée, on a déjà trouvé que la valeur angulaire des mesures linéaires, comptées à partir du centre des clichés, a pour expression

$$as + bs^2 + cs^3 + \dots$$

En passant d'une plaque à une autre, le coefficient a changera par suite de la variation de température, agissant à la fois sur le tube et sur la plaque.

L'influence provenant du tube se calcule immédiatement. Pour la plaque, il faut avoir égard à la température de l'époque de l'exposition et de celle du moment de la mesure. M. Gill montre comment, au moyen d'une double lame divisée de platine et d'argent, formant thermomètre,

on pourra confondre ensemble les corrections pour la température — la plaque avec celles de la déformation de la couche.

Impression de l'image latente du réseau sur les plaques. — Enverrait sur le réseau, placé devant la plaque, un faisceau de rayons parallèles fournis par une portion de miroir parabolique au foyer duquel serait une lampe électrique d'intensité constante.

Détermination du zéro de l'angle de position. — Pour marquer sur les plaques la direction du mouvement diurne, on avait proposé, l'exposition étant faite, de suspendre l'action du mouvement d'horlogerie et de laisser les belles étoiles tracer leurs routes tout le long de la plaque. Cette méthode des *tracés* est sujette à diverses objections.

Les traces cacheront de petites étoiles; si on les prend seulement sur les bords, elles ne seront pas assez nettes; elles seront, en outre, affectées par la réfraction; enfin, elles exigeront beaucoup de temps. Pour toutes ces raisons, il paraît préférable de déterminer le zéro au moyen des coordonnées des étoiles connues qui se trouveront sur la plaque.

Montage des plaques. — Description de l'appareil, avec figures.

Modifications pratiques des méthodes rigoureuses. — Résumé de ce qui précède. Réduction rapide à 1900,0.

Avantages particuliers à la méthode où l'on mesure les angles de position et les distances. — Un avantage considérable, c'est de pouvoir commencer immédiatement les mesures, sans qu'il soit nécessaire d'attendre les observations méridiennes. C'est seulement vers 1925 que l'on pourra connaître approximativement les mouvements propres des étoiles de 8^e et de 9^e grandeur employées comme fondamentales; or on doit rejeter toute méthode qui ajournerait à cette époque le commencement des mesures.

Plan d'organisation du travail de mesures, de réduction et de publication. — La difficulté principale ne sera pas d'obtenir les clichés: ce sera le travail mécanique considérable exigé par les mesures et les réductions, travail qui exige nécessairement un Bureau central fonctionnant, sous les ordres d'un Directeur (assisté de deux aides et d'un secrétaire), suivant un programme méthodique qui devra être rigoureusement suivi. Il y aurait deux instruments de mesures occupant quatre observateurs et dix-huit calculateurs, y compris ceux qui vérifieraient les calculs donnés au dehors et ceux qui seraient chargés de la disposition du Catalogue et de la correction des épreuves. Le travail durerait vingt-cinq ans, et la dépense annuelle serait d'environ 250 000^{fr}, somme à ré-

partir entre tous les États prenant part au travail. Malgré ce prix élevé, les frais de la méthode photographique atteindraient à peine, pour chaque étoile, $\frac{1}{3}$ de ceux de la méthode méridienne, tout en promettant une précision plus élevée.

Re sur l'application de la Photographie aux mesures micrométriques des étoiles; par M. T.-N. THIELE, Directeur de l'observatoire de Copenhague.

Dans ce Mémoire, qui avait déjà été distribué aux membres du Congrès, en avril 1887, M. Thiele se propose de fixer le degré d'exactitude qu'il est possible d'atteindre actuellement dans l'application de la Photographie (plaques sèches au gélatinobromure) aux mesures astronomiques. A cet effet, il a mesuré trois clichés du groupe de Præsepe, l'un à pose triple, obtenus par MM. Henry en 1886, l'un le 30 mars, les deux autres le 2 avril, clichés qui montraient assez distinctement des images d'environ 40 étoiles. L'inspection des Tableaux montre que l'erreur moyenne d'une distance de 1000", mesurée plusieurs fois sur la même plaque, ne dépasse guère 0",1. Mais quand on passe d'une plaque à une autre, pour les deux mêmes étoiles, les différences sont notablement plus grandes : il est vrai qu'alors les écarts peuvent être attribués à d'autres causes, telles que la durée du développement et de fixation de l'image, la réfraction atmosphérique, différente d'un jour à l'autre, etc.; enfin les trois plaques ont pu n'être point placées identiquement dans la même position par rapport à l'axe de l'objectif. En considérant les trois plaques comme des projections perspectives différentes du même objet et calculant les huit constantes permettant de passer d'une plaque à l'autre, les écarts entre les résultats fournis par des plaques différentes diminuent considérablement et dépassent une seule fois 0",2 : cette étude est donc toute en faveur de la haute précision qu'on peut attendre des mesures faites sur les plaques photographiques.

Re de M. VOGEL, Directeur de l'observatoire astro-physique de Potsdam.

M. Vogel a réussi à construire d'excellents réseaux; l'épaisseur choisie pour les lignes est 0^{mm},01 environ; le pointé micrométrique de ces lignes est presque trois fois plus sûr que celui des étoiles bien marquées sur les clichés de MM. Henry. Il propose de fixer à 5^{mm} les distances des lignes, de se charger de la construction définitive de ces réseaux et de déterminer les positions des lignes à 0",1 près.

M. Vogel étudiera prochainement la déformation des images produite par l'aplanétisme incorrect de l'objectif; finalement, il propose un choix de test-objects pour l'épreuve des objectifs.

De l'influence des durées de la pose sur l'exactitude des photographies laires, par M. le Dr J. SCHEINER. (Voir *Bulletin*, t. V, p. 82.)

Correspondance.

M. le capitaine *W. de W. Abney* accepte de se charger, de concert avec M. le professeur Eder, de l'étude d'une formule de préparation des plaques. M. Eder promet également son concours.

M. *Christie*, qui avait proposé l'emploi de plaques courbes, en a expérimenté plusieurs : elles ne donnent pas de meilleurs résultats relativement à l'étendue du champ et elles sont très peu sensibles, parce que la couche a dû être tenue en mouvement pendant le séchage : il n'y a pas lieu de les employer.

M. *Dunér* accepte d'étudier l'influence des couleurs des étoiles.

M. *Gill*, en envoyant son Mémoire analysé ci-dessus, indique les points dont, suivant lui, il faudrait s'occuper immédiatement : arriver à une conclusion définitive relativement à la construction des réseaux et à l'étude; arrêter les formes *essentielles* des instruments à employer.

M. *Janssen* fera des études sur la déformation des couches sensitives et sur la méthode de photométrie photographique qu'il a proposée.

M. *Edw.-C. Pickering* examinera quels résultats on pourra décider au point de vue photométrique, du levé de la Carte du Ciel; il a quelques détails sur les essais qu'il a déjà commencés à ce sujet.

M. H.-G. van de Sande Bakhuisen, M. O. Struve, M. Trépied acceptent de se charger des études spéciales qui leur ont été confiées.

M. Gill ayant appris que M. H. Grubb est en mesure d'obtenir un grand champ parfait, le prie, en sa qualité de secrétaire, de communiquer ses résultats au Bureau du Comité, afin qu'il puisse prendre une décision relativement à la grandeur des plaques, etc.; il le prie également d'envoyer une plaque obtenue avec ses nouveaux objectifs, avec l'indication des coordonnées du centre.

M. *Grubb* répond qu'il ne peut encore envoyer une telle plaque parce que les instruments qui lui ont été commandés ne sont pas encore terminés.

M. *Warren de la Rue* annonce qu'il fournira à l'observatoire de l'Université d'Oxford un appareil photographique construit par G. Warren.

M. *Mouchez* demande à M. Broch, directeur du Bureau international des Poids et Mesures, si, dans le cas où le Bureau international des Poids et Mesures serait établi en France, il ne serait pas possible de l'installer à Breteuil, près de l'établissement international des Poids et Mesures.

Liste des 13 observatoires qui, jusqu'au 1^{er} mars 1888, sont certains d'avoir un instrument pour prendre part au levé photographique de la Carte du Ciel.
G. B.

COMPTES RENDUS DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES, T. CVI, n^{os} 11-23.

Bertrand (J.). — Diverses Notes sur les applications du Calcul des probabilités aux observations :

- Sur la combinaison des mesures d'une même grandeur;*
- Sur la valeur probable des erreurs les plus petites, dans une série d'observations;*
- Sur l'évaluation a posteriori de la confiance méritée par la moyenne d'une série de mesures;*
- Sur l'erreur à craindre dans l'évaluation des trois angles d'un triangle;*
- Sur la méthode des moindres carrés;*
- Sur la précision d'un système de mesures.*

Faye. — Sur certains points de la théorie des erreurs accidentelles.

Læwy (M.) et Puiseux (P.). — Théorie nouvelle de l'équatorial coudé et des équatoriaux en général. Exposé de l'ensemble des méthodes permettant de rectifier et d'orienter ces instruments.

Outre l'équatorial coudé de l'observatoire de Paris, il y a actuellement en construction, ou sur le point de fonctionner, six autres instruments du type imaginé par M. Læwy. Cependant aucune théorie, relative à la détermination des constantes de ce genre d'instruments, n'avait encore été publiée : c'est cette lacune que viennent de remplir MM. Læwy et Puiseux. Chemin faisant, ils indiquent aussi de nouveaux moyens pour déterminer les constantes des équatoriaux droits, en s'attachant surtout aux méthodes capables de fournir séparément les diverses inconnues.

Généralement, les cercles des équatoriaux sont uniquement destinés au calage de la lunette, et leurs lectures ne comportent pas une grande précision; aussi on a donné la préférence aux méthodes qui reposent sur l'emploi du micromètre et de la pendule, n'empruntant que le moins possible la lecture des cercles.

Cependant le problème a été traité à un double point de vue : on donne d'abord les méthodes qui reposent sur les lectures absolues; puis

un ensemble de procédés différentiels susceptibles de se contrôler mutuellement et de fournir, dans un court espace de temps, la valeur de chaque inconnue indépendamment de toutes les autres.

La solution générale du problème qui consiste à déterminer les constantes d'un équatorial, quelle que soit la grandeur de ces constantes serait compliquée, et en outre parfaitement inutile, car l'instrument toujours orienté à peu près. Aussi MM. Lœwy et Puiseux ont pu supprimer les constantes assez petites pour qu'il fût permis de négliger les puissances et leurs produits, ce qui revient à calculer l'influence de chacune d'elles en supposant toutes les autres nulles. Cela admis, ils expriment les corrections que chaque constante, supposée seule, exerce pour que les coordonnées instrumentales coïncident avec les coordonnées vraies.

Résumons d'abord les conventions et les notations adoptées.

On désigne par *position directe* celle de la lunette quand l'ascension droite du point où le bras prolongé rencontre la sphère céleste est moindre de six heures que celle du point visé par l'instrument. L'autre position est dite *position inverse*.

Quant aux signes des constantes, on les a définies de telle sorte que dans une position initiale quelconque, par exemple le bras étant horizontal et dirigé vers l'Ouest, les corrections à faire subir à l'ascension droite observée d'une étoile boréale, située par rapport au pôle du côté du Sud, soient affectées du signe +.

Soient

1. m l'erreur en ascension droite de l'index du cercle horaire, et l l'erreur d'index en déclinaison;
2. n la distance du pôle instrumental Π au pôle vrai P , cette distance étant comptée perpendiculairement au méridien;
3. λ la distance $P\Pi$ comptée suivant le méridien.
4. Si le petit miroir intérieur était bien placé, un rayon lumineux tombant suivant l'axe du bras viendrait passer par le centre O du champ; mais par suite de la mauvaise position de ce petit miroir, le rayon considéré vient percer le plan focal en un point que l'on définit par ses coordonnées α et α' relatives à deux axes rectangulaires Ox , Oy : l'axe Ox est parallèle à la direction positive du bras, et l'axe Oy fait avec Ox un angle droit compté dans le sens où croissent les angles horaires.
5. Le bras peut ne pas rencontrer l'axe horaire au même point que le miroir intérieur; par suite, un rayon arrivant parallèlement à l'axe du bras au lieu de venir percer le plan focal en O viendra le rencontrer

en un point déterminé par ses coordonnées γ , γ' rapportées aux axes Ox et Oy que nous venons de définir.

Soient encore

6. $90^\circ - B$ l'angle de l'axe du bras avec l'axe horaire;
7. $90^\circ + C$ le double de l'angle de l'axe du bras avec la normale au miroir extérieur, menée du côté qui regarde le ciel.

En distinguant par les indices 1, 2, ... les corrections nécessitées par les constantes 1, 2, ... pour les coordonnées instrumentales de l'étoile dont l'ascension droite est A , l'angle horaire h , la déclinaison δ , et distinguant par d et i les positions *directe* et *inverse*, on trouve :

$$\begin{array}{ll}
 dA_1^d = m, & d\delta_1^d = +1, \\
 dA_1^i = m, & d\delta_1^i = -1, \\
 dA_2^d = dA_2^i = +n \cosh \tanh \delta, & d\delta_2^d = d\delta_2^i = +n \sin h, \\
 dA_3^d = dA_3^i = -\lambda \sin h \tanh \delta, & d\delta_3^d = d\delta_3^i = +\lambda \cosh h, \\
 dA_4^d = a + a' \tanh \delta^{(1)}, & d\delta_4^d = +a \sin \delta - a' \cos \delta, \\
 dA_4^i = a - a' \tanh \delta^{(1)}, & d\delta_4^i = -a \sin \delta - a' \cos \delta, \\
 dA_5^d = \gamma + \gamma' \tanh \delta, & d\delta_5^d = \gamma \sin \delta - \gamma' \cos \delta, \\
 dA_5^i = \gamma - \gamma' \tanh \delta, & d\delta_5^i = -\gamma \sin \delta - \gamma' \cos \delta, \\
 dA_6^d = +2B \tanh \delta, & d\delta_6^d = -B \cos \delta, \\
 dA_6^i = -2B \tanh \delta, & d\delta_6^i = -B \cos \delta. \\
 dA_7^d = -c \sec \delta, & \\
 dA_7^i = -c \sec \delta; &
 \end{array}$$

Ainsi qu'on l'a déjà dit, on a admis que l'erreur totale sur chaque coordonnée est égale à la somme des erreurs calculées pour chaque constante. En posant

$$a + \omega + \gamma = M_1, \quad B + a' + \omega' + \gamma' = M_2,$$

(¹) Le point origine O peut se déterminer facilement au moyen d'un microscope fixe visant les fils du réticule et en faisant tourner la lunette de 180° . Mais, comme rien n'indique ce point O , en réalité on rapporte l'image de l'étoile non à ce point O , comme on l'a supposé, mais au point Ω centre du micromètre. Il en résultera sur les coordonnées a et a' des erreurs constantes et, par suite, sur les coordonnées de l'étoile, des termes correctifs de même forme que ceux qu'introduit une translation de l'axe du bras dans l'espace. On écrira donc comme précédemment aux corrections trouvées précédemment

$$\begin{array}{ll}
 (dA_4^d)_1 = \omega + \omega' \tanh \delta, & (d\delta_4^d)_1 = \omega \sin \delta - \omega' \cos \delta, \\
 (dA_4^i)_1 = \omega - \omega' \tanh \delta; & (d\delta_4^i)_1 = -\omega \sin \delta - \omega' \cos \delta.
 \end{array}$$

on a donc pour les corrections totales

$$(1) \quad \begin{cases} dA^d = m + M_1 + \text{tang} \delta (n \cos h - \lambda \sin h + M_2 + B) + c \sec \delta, \\ dA^i = m + M_1 + \text{tang} \delta (n \cos h - \lambda \sin h - M_2 - B) - c \sec \delta, \\ d\delta^d = -I + n \sin h + \lambda \cos h + M_1 \sin \delta - M_2 \cos \delta, \\ d\delta^i = -I + n \sin h + \lambda \cos h - M_1 \sin \delta - M_2 \cos \delta. \end{cases}$$

On voit que la détermination *séparée* des quantités α , ω , γ , d'un côté α' , ω' , γ' , de l'autre, ne peut se faire par les procédés astronomiques. Il est d'ailleurs inutile pour les mesures, de sorte que le problème de l'installation de l'instrument peut être rendu plus simple : il suffira rendre nulles séparément les sommes M_1 et M_2 , ce qui a lieu quand l'axe du bras est perpendiculaire à l'axe horaire et que, en outre, le miroir intérieur réfléchit au centre du champ un rayon entré suivant l'axe du bras.

Les formules (1) changent peu quand on passe de l'équatorial coudé à l'équatorial droit : le bras de l'équatorial coudé répond en effet à l'axe de déclinaison, dont nous prendrons comme direction positive celle qui va du contrepois à la lunette. En outre, appelons, dans l'équatorial droit : $90^\circ - b$ l'angle que l'axe de déclinaison fait avec l'axe horaire prolongé vers le Nord; $90^\circ + c$ l'angle que l'axe optique, prolongé du côté de l'objectif, fait avec l'axe de déclinaison. Les formules pour l'équatorial ordinaire sont alors

$$(2) \quad \begin{cases} dA^d = m + \text{tang} \delta (n \cos h - \lambda \sin h + b) + c \sec \delta, \\ dA^i = m + \text{tang} \delta (n \cos h - \lambda \sin h - b) - c \sec \delta, \\ d\delta^d = -I + n \sin h + \lambda \cos h, \\ d\delta^i = -I + n \sin h + \lambda \cos h. \end{cases}$$

Passons maintenant à l'exposé des méthodes que l'on peut suivre pour déterminer les inconnues du problème dans le cas de l'équatorial coudé.

Par des observations absolues de passages. — L'observation au méridien, et dans les deux positions de la lunette, d'une étoile équatoriale et d'une étoile polaire fera connaître $m + M_1$, c , n et $M_2 + B$. Puis on obtiendra λ par des observations d'une étoile polaire, faite l'une, position directe, dans le cercle horaire de -6° ; l'autre, position inverse, dans le cercle horaire de $+6^\circ$.

Par des observations absolues de distances polaires. — Une étoile équatoriale et une étoile polaire observées au méridien dans les deux positions de la lunette feront connaître séparément I , λ , M_1 et $M_2 + B$. Ensuite, une étoile polaire observée au premier cercle horaire fera connaître n .

Ces méthodes, reposant sur l'observation d'étoiles voisines du pôle,

sont d'une application difficile ou impossible pour un observatoire de la zone équatoriale; mais on peut alors faire usage d'étoiles de déclinaison élevée et symétriques par rapport à l'équateur.

Méthodes différentielles. — Les méthodes précédentes nécessitent les lectures des cercles; on peut éviter d'y avoir recours en suivant pendant quelque temps, avec le micromètre, et la lunette étant fixe, une étoile convenablement placée : en général, une heure d'observation sera suffisante.

Ainsi, en employant les variations de l'ascension droite instrumentale, on déterminera n en observant une polaire au voisinage du premier cercle horaire; en l'observant au voisinage du méridien on obtiendra λ .

On pourra, de même, employer les variations de distance polaire : au voisinage du méridien, elles feront connaître n ; et au voisinage du cercle horaire de 6^h elles donneront λ .

Toutes ces méthodes s'appliquent presque sans modification à l'équatorial droit.

MM. Lœwy et Puiseux étudient ensuite l'influence de la flexion et indiquent les modifications qu'il faut apporter aux méthodes précédentes pour déterminer toutes les constantes des formules complètes, tant dans l'équatorial droit que dans l'équatorial coudé.

Enfin, ils indiquent comment, au moyen d'un collimateur, on peut déterminer divers coefficients de flexion de l'équatorial coudé. Dans une dernière Note, ils font connaître les résultats qu'ils ont obtenus en appliquant ces diverses méthodes à l'équatorial coudé de l'observatoire de Paris.

Gruey. — Application de l'oculaire nadiral à la détermination des constantes de l'horizon gyroscopique.

Deslandres (H.). — Détermination, en longueurs d'onde, de deux raies rouges du potassium ($\lambda = 766,30$ et $\lambda = 769,63$).

Tisserand (F.). — Sur un point de la théorie de la Lune.

M. Tisserand s'est proposé de voir ce que devient dans la théorie de la Lune de M. Delaunay le théorème de l'invariabilité du grand axe de l'orbite lunaire. La méthode de M. Delaunay se prête très facilement à la démonstration du résultat déjà trouvé par Poisson dans son *Mémoire sur le mouvement de la Lune autour de la Terre*. M. Tisserand indique ensuite la forme probable sous laquelle se présentera le théorème de l'invariabilité des grands axes dans le cas général du problème des trois corps, quand on intégrera en introduisant les séries de M. Lindstedt.

Tondini (C.). — Sur l'unification du calendrier.

Vœux divers émis dans ces derniers temps pour arriver à cette unification.

Bassot (L.). — La méridienne de Laghouat.

Ce dernier chaînon austral, qui prolonge la méridienne de France jusqu'au Sahara, s'étend, sur une longueur de 300^{km}, du parallèle d'Alger à Laghouat. Sa mesure vient d'être terminée, en une seule campagne, sous la direction du commandant Bassot, qui fait connaître les précisions qui avaient été prises et qui ont permis de terminer en deux ans cette opération importante.

Deslandres (H.). — Spectre de bandes ultra-violet des composés hydrogénés et oxygénés du carbone.

Mouchez (E.). — Nouvelles nébuleuses remarquables, découvertes, à l'aide de la Photographie, dans les Pléiades
MM. Henry.

Depuis la découverte de la nébuleuse de Maia, MM. Henry ont continué de perfectionner leurs procédés photographiques, et, en répétition cette année la photographie des Pléiades, à l'aide d'une pose de quatre heures et de plaques très sensibles, ils ont dévoilé et décrit avec beaucoup de détails très nets le grand amas de matière cosmique qui couvre une grande partie de cette constellation.... Mais le fait le plus intéressant à signaler, et dont on n'a trouvé encore aucun exemple dans le ciel, c'est un filament rectiligne de matière nébulaire qui, de la masse principale, se dirigeant à peu près Est et Ouest sur une longueur de 35' à 40' d'arc et sur une épaisseur de 3" à 4" seulement. Ce filament rencontre sur sa route 7 étoiles qu'il semble réunir comme des grains de chapelet, et change un peu de direction au point où il rencontre la plus grosse de ces étoiles....

» Le nouveau cliché des Pléiades contient en outre près du double d'étoiles que les premiers : on en compte plus de 2000 jusqu'à 18^e grandeur.

» La nébuleuse des Pléiades a été aussi photographiée à l'étranger, mais avec des télescopes qui ont donné des résultats bien moins satisfaisants que notre appareil spécial. Ils ne révèlent l'existence de cette remarquable nébuleuse que sous forme de grosses taches d'un blanc éclatant, mais uniforme, sans aucun contour bien défini; notre lunette, au con-

traire, donne les détails les plus délicats avec une telle netteté qu'il sera possible, à l'aide d'images semblables obtenues à diverses époques, de découvrir, d'une manière incontestable, tous les changements de forme qui pourront s'y produire. »

Malheureusement, après les poses de trois ou quatre heures, les plaques sont voilées par la lumière des rues avoisinantes réfléchiée par l'atmosphère : argument qui vient s'ajouter à ceux qui rendent désirable la fondation d'une succursale aux environs de Paris, fondation que M. Mouchez n'a cessé de réclamer depuis plusieurs années, en indiquant les moyens de la rendre au moins peu onéreuse pour l'État.

Mouchez (E.). — Travaux préparatoires pour l'exécution photographique de la Carte du ciel. Publication d'un *Bulletin* spécial.

En présentant à l'Académie le premier fascicule du *Bulletin* du Comité d'exécution de la Carte du ciel, M. Mouchez analyse son contenu. (Voir p. 303 de ce *Bulletin*.)

Périgaud. — Nouveau bain de mercure, pour l'observation du nadir.

L'année dernière, M. Gautier avait amélioré beaucoup les images fournies par réflexion par le bain de mercure, en imaginant de faire flotter à demi la cuvette, qui était séparée de son rebord par une gorge circulaire. C'est au flottage partiel que l'on attribuait le calme des images; les expériences de M. Périgaud montrent que l'épaisseur de la couche mercurielle intervient seule : plus elle est mince, plus les images sont calmes; mais la rigole circulaire qui l'entoure est nécessaire pour qu'il soit possible de donner à la couche une minceur suffisante.

« J'ai fait substituer, dit M. Périgaud, à l'ancien plateau (du bain de mercure Villarceau) un nouveau, analogue à la cuvette intérieure du bain Gautier, c'est-à-dire *séparé de son rebord par une gorge d'une épaisseur de 5^{mm} environ*; de plus, trois vis calantes permettent de rendre le plateau sensiblement horizontal.

« Quand on veut se servir de ce bain, on commence par bien nettoyer le plateau et le rendre horizontal, puis on fait tourner la vis de pression. Le mercure jaillissant emplit d'abord la gorge et s'étale ensuite sur le plateau. Pour que le plateau soit entièrement couvert, il faut tourner de quatre tours environ. Cela fait, on peut, expérience curieuse, faire rentrer le mercure dans le réservoir en détournant la vis de trois tours et un quart, sans que le miroir se déforme, sans que l'horizontalité soit altérée, et le mercure qui couvre alors la même surface qu'auparavant

n'est plus que les $\frac{3}{16}$ de la quantité première, de telle sorte que sur plateau il ne reste plus qu'une très mince couche de métal. A ce moment les images des fils, invisibles avec l'épaisseur première, apparaissent brillantes et très nettes, quel que soit l'état de l'atmosphère et quel que soient les trépidations du sol.

» Si l'on vient à dépasser cette limite de trois tours et un quart, voit le miroir se briser, comme le ferait un ressort ou une membrane trop vivement tendue.

» Une des principales conditions de succès, c'est que le plateau soit horizontal et qu'il ne contienne aucune poussière. Un grain de sable dans la masse fait instantanément rompre le miroir.

» Avec une inclinaison sensible du plateau, il est impossible de réduire l'épaisseur au même degré sans que le miroir se brise. »

M. Wolf fait observer que l'intéressante expérience de M. Périgot donne enfin la solution, longtemps cherchée, de l'emploi du bain mercure pour la détermination de la verticale et pour les observations par réflexion, par tous les temps et sur un sol fréquemment ébranlé le passage des voitures ».

Hatt. — Sur l'évaluation des erreurs inhérentes au système de coordonnées rectangulaires.

Carvallo (E.). — Sur l'application de la méthode des moindres carrés.

On a vu (*Bulletin*, V, p. 163) que M. Carvallo a montré comment les formules de Cauchy peuvent être adaptées à la méthode des moindres carrés. Aujourd'hui, il étend sa démonstration au cas, traité par Gauss, où la précision des observations est variable.

Démoulin (Dom Pl.). — Nouvelles indications sur la nature cosmique de certaines poussières de l'air.

Wolf (C.). — Résultats des comparaisons de la toise du Pérou au mètre international des Poids et Mesures, par M. Benoît.

La toise du Pérou est double, car elle comprend une toise à point employée dans la mesure du Pérou, et une toise à bouts qui a servi de point de départ pour les mesures de Delambre, Méchain, et pour toutes les opérations géodésiques du XIX^e siècle. Ces deux toises avaient été considérées jusqu'ici comme identiques, lorsque M. Wolf s'aperçut que la toise à bouts est plus longue de 0^m,11 environ : M. Benoît vient d'

trouver $0^{\text{mm}},092$. Il en résulte que l'arc du Pérou est moindre qu'on ne l'avait cru : M. Wolf reviendra prochainement sur la conséquence à en déduire relativement à la forme de la Terre. « En outre, dit-il, ainsi se trouve confirmée l'assertion que j'émettais dans mes *Recherches sur les étalons de l'Observatoire* : « Ma conviction est que nous possédons la » toise du Pérou dans l'état même, quant aux surfaces terminales, où » elle est sortie des mains de Langlois en 1735. » (*Mémoires de l'Observatoire de Paris*, t. XVII, p. C.30.) »

Bigourdan (G.). — Sur une disposition qui permettrait l'emploi de puissants objectifs dans les observations méridiennes.

La lunette serait placée horizontalement dans le méridien et recevrait les images des astres réfléchies par un miroir plan dont l'inclinaison variable serait mesurée par un cercle. Un tel instrument permettrait de multiplier les observations de petites planètes; il serait aussi très commode pour l'observation par zones; et la fixité complète du micromètre permettrait l'enregistrement des déclinaisons en même temps que celui des passages.

Poincaré (A.). — Relations entre les mouvements barométriques et les positions de la Lune et du Soleil.

Janssen (J.). — Sur les spectres de l'oxygène.

On se souvient que, dans le spectre d'absorption de l'oxygène, M. Janssen a découvert, outre le spectre à raies fines, un système de bandes estompées régies par la loi du produit de l'épaisseur par le carré de la densité. Il a continué ses recherches et il a pu s'assurer que ce système de bandes se retrouve dans le spectre solaire. Enfin, M. Olszewski vient de les reconnaître dans le spectre d'absorption de l'oxygène liquide, sous une épaisseur de 7^{mm} .

Guyou (E.). — Note relative à l'expression de l'erreur probable d'un système d'observations.

Tacchini (P.). — Distribution en latitude des phénomènes solaires pendant l'année 1887.

Les protubérances hydrogéniques se sont montrées à toutes les latitudes, tandis que les taches, les facules et les éruptions métalliques ont été observées presque entièrement entre 0° et $\pm 40^{\circ}$, comme l'année précédente.

Tacchini (P.). — Résumé des observations solaires faites à Rome pendant le premier trimestre de 1888.

Le nombre des taches et des facules a continué de décroître, mais il y a augmentation dans les phénomènes chromosphériques, ce qui démontre que la relation entre les protubérances hydrogéniques et les taches n'est pas étroite.

Lévy (Maurice). — Sur la théorie de la figure de la Terre. (3 Notes).

En admettant la fluidité première de la Terre, on sait que les surfaces d'égale densité que l'on peut concevoir dans son intérieur sont très sensiblement des ellipsoïdes de révolution. Clairaut a fait connaître une équation différentielle qui permet de déterminer la loi des aplatissements des ellipsoïdes ci-dessus, quand la loi des densités est supposée connue. Les conditions à remplir sont au nombre de 4; il y avait donc lieu de chercher à intégrer l'équation de Clairaut en partant d'une expression de la densité contenant quatre constantes arbitraires. Legendre a intégré sous forme finie dans l'hypothèse

$$\rho = \rho_0 \frac{\sin na}{na}.$$

M. Lipschitz est parti de l'expression

$$\rho = \rho_0(1 - ka\lambda),$$

et il a effectué l'intégration à l'aide d'une série hypergéométrique. M. Lévy suppose l'expression

$$\rho = \rho_0(1 - ka\lambda)^{\mu-1} \left[1 - \left(1 + \frac{\lambda\mu}{3} \right) ka\lambda \right]$$

qui, pour $\mu = 1$, se réduit à celle de M. Lipschitz; il fait voir qu'on peut intégrer aussi par une série hypergéométrique, et discuter la solution comme l'avaient fait M. Lipschitz et M. Tisserand. Enfin, il montre que, conformément aux prévisions de M. Tisserand, il est impossible de déterminer les quatre constantes arbitraires de manière à satisfaire aux quatre conditions imposées.

Perrotin. — Observation des canaux de Mars.

Examinés avec la grande lunette de l'observatoire de Nice, ces canaux

ont présenté le même aspect qu'en 1886, sauf trois régions où des modifications importantes se sont produites depuis cette époque :

1° Un continent équatorial, situé par 270° de longitude, nettement visible il y a deux ans, n'existe plus aujourd'hui; le lac Mœris a également disparu : il semble que la mer ait d'un côté envahi le continent et abandonné de l'autre des régions qu'elle couvrait d'abord; ce phénomène pourrait être périodique.

2° Au nord du continent disparu existe aujourd'hui un canal simple qui paraît de formation récente.

3° La tache blanche du pôle Nord a un canal qui semble relier, à travers les glaces polaires, deux mers voisines du pôle.

Terby (F.). — Étude de la planète Mars.

Les géminations ne paraissent pas aussi générales qu'en 1880-1882. Indication de trois petites taches rondes, blanches, brillantes, qui deviennent de plus en plus brillantes en approchant du bord, où elles débordent par irradiation comme la tache polaire. M. Terby a vu le fil noir qui sépare la tache polaire à partir du 12 mai.

Comète Sawerthal (α 1888). — Observations par MM. F. Beuf, V. Beuf, Bigourdan, Charlois, Courty, Delgado, Mac Carthy, Rayet, Salas.

Observations de petites planètes faites au grand instrument méridien de l'observatoire de Paris, pendant le 3^e et le 4^e trimestre de 1887, par MM. Barré, Bocquet et Callandreaux.

(271)	Observations par MM. Sy, Trépied.
(275)	» Rambaud, Sy, Trépied.
(276)	» Rambaud, Sy.
(277)	» Charlois, Trépied.
(278)	» Esmiol.
(279)	» Rambaud, Sy.

La planète (277) a été découverte par M. Charlois, et (278) par J. Borrelly.

G. B.

MONTHLY NOTICES.

T. XLVIII, n° 6, avril 1888.

Observations de l'éclipse totale de Lune du 28 janvier.

Occultations observées au Cap.

Notes sur les circonstances physiques du phénomène par MM. Backhouse et Denning.

Holden (E.-S.). — L'éclipse totale de Soleil du 1^{er} janvier 1889, en Californie. Conditions météorologiques probables à cette époque.

Proctor (R.-A.). — Note sur Mars.

M. Proctor dit que les canaux de Mars ne sauraient avoir de réalité; comme on ne peut admettre, d'autre part, que M. Schiaparelli et ensuite M. Perrotin ont été les jouets d'illusions, il conclut qu'il doit y avoir là un effet d'optique. (*Voir plus loin le compte rendu de la séance.*)

Observations de la comète α 1888 (Sawerthal).

A Greenwich (H. Turner), au Cap (L.-A. Eddie), à Windsor (Tebbutt).

Tebbutt (J.). — Sur les différences de longitude entre l'observatoire de M. Tebbutt, à Windsor (Nouvelle-Galles du Sud), et les observatoires du gouvernement à Sydney et à Melbourne.

On a trouvé :

Sydney-Windsor (signaux télégraphiques, 1885) ..	^m 1.29,39
Sydney-Windsor (transport du temps, 1887)	1.29,49
Windsor-Melbourne (signaux télégraphiques, 1887) ..	23.25,87

Les observateurs étaient M. White à Melbourne, M. Tebbutt à Windsor, et M. Lenehan à Sydney.

O. C.

THE OBSERVATORY.

Tome XI, mai 1888.

Séance de la Société royale astronomique du 13 avril.

M. Turner fait observer, au sujet des occultations d'étoiles observées au Cap, pendant l'éclipse totale de Lune du 28 janvier, que les émer-sions observées sont en général plus nombreuses que les immersions, contrairement à ce qu'il paraît naturel de supposer.

Le Professeur Holden, Directeur de l'observatoire Lick, donne tous les renseignements désirables pour ceux qui voudront aller en Californie observer l'éclipse du 1^{er} janvier 1889, et il invite les voyageurs à venir faire une visite au mont Hamilton.

Ensuite, Sir Howard Grubb entretient la Société de nouveaux perfectionnements pour contrôler le mouvement d'entraînement des équatoriaux. C'est une question de la plus haute importance. Nous renverrons les lecteurs désireux d'avoir des détails à la conférence de Sir Howard Grubb indiquée plus loin. (*Voir aussi Bulletin*, IV, p. 253.)

M. Knobel lit une Note de M. R.-A. Proctor sur les *canaux de Mars* observés récemment à Nice. M. Knobel s'étonne, après M. Proctor, qu'on n'ait pas vu ailleurs ces curieux détails de la planète. M. Mathew Williams trouve qu'il n'y a pas lieu de s'étonner, l'atmosphère de l'Italie jouissant d'une transparence très grande. Comme exemple, il cite ce fait qu'à certains jours, à l'œil nu, il pouvait voir de Malte le mont Etna.

Présentation de photographies de la dernière éclipse de Soleil obtenues, au Japon, par M. Levander.

Le Président invite Sir Howard Grubb à parler des études qu'il a faites sur la correction chromatique des objectifs destinés à la photographie. Nous renverrons encore, pour les explications, à la conférence faite quelques jours plus tard par Sir Howard Grubb.

La Carte photographique du ciel.

Le *Bulletin du Comité international permanent pour l'exécution photographique de la Carte du ciel* a donné dans le premier fascicule un article étendu du D^r Gill, et cet article est ici l'objet de remarques de la part des éditeurs de l'*Observatory*; le numéro de juin du même recueil contient des lettres de l'amiral Mouchez et de M. E.-B. Knobel, accompagnées de nouvelles remarques des éditeurs.

Bornons-nous à indiquer les points principaux de la discussion :

Le D^r Gill, pour assurer la mise en pratique des résolutions du Congrès, a proposé d'établir un Bureau central comportant un personnel

spécial pour les mesures des plaques et les calculs, la dépense par devant être environ de 250000^{fr} par an pendant vingt-cinq ans.

Les éditeurs de l'*Observatory* disent que les résolutions fondamentales du Congrès n'impliquent pas la construction d'un Catalogue de toutes les étoiles jusqu'à la 11^e grandeur inclusivement et compris 2 millions d'étoiles. Le projet a de telles proportions qu'il peut menacer le résultat qu'on poursuit. Enfin, ce Catalogue monstre, qui donnerait les positions et les grandeurs de toutes les étoiles jusqu'à la 11^e grandeur, ne serait pas de nature à satisfaire à tous les *desiderata* des astronomes, comme le veut le Dr Gill.

En fait, et cela résulte des procès-verbaux du Congrès, l'existence d'un Catalogue a été décidée par le Congrès. L'amiral Mouchez dit qu'on oppose d'autres projets à celui du Dr Gill. Pour M. Knobel il n'y a pas de doute que le Congrès ait eu en vue de former un Catalogue. S'il a fait partie de la minorité opposante, cela tient à ce que le projet engageait le Congrès dans un travail qui ne figurait pas sur le programme provisoire, et qui était si considérable que son accomplissement paraissait douteux. Quant à la valeur du Catalogue dont il est question, M. Knobel oppose aux appréciations des éditeurs de l'*Observatory* les opinions des astronomes les plus autorisés. Dans leur réponse, les éditeurs de l'*Observatory* déclarent que leur pensée n'a pas été de dévaluer la valeur du Catalogue dont il est question ni d'attaquer systématiquement le projet du Dr Gill. Pour eux, si l'on veut la réussite du projet, il ne faudrait pas exiger des efforts excessifs répartis sur un nombre considérable d'années : ce serait se condamner à ne rien faire.

Elger (T.-G.). — Notes sélénographiques.

Correspondance.

Brooks (W.-R.). — La comète Sawyerthal.

Dessin de cette comète, que M. Brooks a vue à l'œil nu le 25 novembre.

Noble (W.). — La visibilité de la partie non éclairée de Vénus.

L'auteur estime que la lumière secondaire de Vénus est visible toutes les fois que la planète est en conjonction inférieure; le fait a été vérifié en insérant un petit diaphragme entre les deux verres d'un télescope négatif, de manière à écarter toute lumière étrangère.

Pritchett (C.-W.). — Arcs-en-ciel qui se coupent.

L'auteur a publié une observation d'arcs-en-ciel se croisant, sous le n° 1 des *Publications de l'observatoire Morrison*; cela a été

l'occasion à M. Geelmuyden, de Christiania, de rappeler une ancienne observation du physicien Hansteen, en 1821. Le phénomène serait dû, dans les deux cas, à une réflexion des rayons solaires sur les eaux tranquilles de lacs; ces nouveaux rayons donneraient naissance à un second arc.

Backhouse (T.-W.). — *Le Nautical Almanac*.

Sur les données du *Nautical Almanac* relatives à la libration de la Lune.

Lynn (W.-T.). — L'éclipse totale de l'an 400 avant J.-C.

Notes historiques sur cette éclipse et sur quelques autres.

Observatoires.

Circulaires de l'observatoire Wolsingham, n^{os} 19 et 20.

Notes sur des étoiles variables :

D. M. + 40°, 2694, sans doute variable (notée 9^m, 2 par Argelander et 7^m, 5 par M. Espin); spectre de la classe III.

Étoile rouge 8^m, 1 par 20^h 41^m 7^s + 44° 24' (1855); le spectre n'est pas continu.

Publications.

Annnonce du nouveau livre de M. Richard-A. Proctor. C'est un ouvrage d'Astronomie populaire. Le nom de l'auteur est bien connu. De nombreuses illustrations sont ajoutées au texte.

A la poursuite d'une ombre, par une dame astronome. Récit d'un voyage en Russie à l'occasion de la dernière éclipse totale.

Notes.

Le deux-centième anniversaire des *Principes* de Newton.

Le 19 avril, au Collège de la Trinité, à Cambridge, on a fêté le deux-centième anniversaire de la publication des *Principes*. M. Glaisher a parlé à cette occasion de Newton et de son œuvre, en attirant l'attention sur deux points très intéressants.

D'abord l'importance qu'il faut attacher dans l'histoire de l'établissement de la loi de la gravitation universelle à ce théorème qu'une sphère formée de couches concentriques attire un point extérieur comme si sa masse était réunie au centre. On a souvent dit que Newton, par suite de l'inexactitude des premiers nombres pour les dimensions de la Terre, avait été dans le doute jusqu'au moment des mesures plus précises de Picard. Mais M. Glaisher a montré clairement que le théorème men-

324 REVUE DES PUBLICATIONS ASTRONOMIQUES.

tionné fut pour Newton le nœud de la question : le professeur / a été le premier à faire cette remarque.

Le second point est relatif à la Table des réfractions construite par Newton. C'est tout récemment qu'on a vu par quel chemin Newton est arrivé au résultat. L'étude des manuscrits a montré que Newton a au fond intégré par quadratures l'équation différentielle de la réfraction.

Howard Grubb (Sir). — Conférence sur la Photographie stellaire.

Le 18 avril, à la Société des Arts, Sir Howard Grubb a fait une conférence intéressante, qu'on pourra trouver dans le *Journal de la Société des Arts*, n° 1848, publié par George Bell and Sons, York Street, (Cannon Garden).

Points à noter : Appareil régulateur destiné à maintenir les erreurs du mouvement d'horlogerie des équatoriaux dans d'étroites limites ($\pm 0^s,05$). Extension du champ des instruments. Détermination des aberrations pour les différents rayons, en vue d'obtenir le maximum d'effet photographique. Objectif servant à deux fins, pour l'observation directe et la photographie, en retournant la lentille de crown (*Bulletin*, IV, p. V, p. 17). O. C.

ASTRONOMISCHE NACHRICHTEN, n° 2841-2843.

Schultz-Steinheil. — Observations des satellites de Jupiter.

Pendant les années 1885 et 1886, M. Schultz-Steinheil a utilisé un réfracteur de 9 pouces de l'observatoire d'Upsal pour la détermination fréquente des positions relatives de Jupiter et de ses satellites, par des mesures alternatives de leurs différences d'ascension droite et de déclinaison. Il faut dire toutefois qu'en déclinaison on n'a guère pu comparer que les satellites entre eux. Pour le diamètre équatorial de Jupiter, M. Schultz trouve $39'',47$ par la moyenne de 1360 déterminations.

Weyer. — Vacillation des étoiles.

Le phénomène des mouvements oscillatoires d'une étoile brillante près de l'horizon, n'a encore été constaté que très rarement. Si ce n'est pour la première fois par Alexandre de Humboldt, qui l'avait observé en 1799, il a été décrit plus tard par le voyageur E. Vogel et par le nomme Schweitzer; quelques autres cas sont cités par Anger (*Pöppel's Vorträge*, p. 54). M. Weyer avait depuis longtemps cherché l'occasion de vérifier ces observations : elle s'est présentée le 14 mars dernier à 14^h 40^m t. m. de Kiel, par un froid de -6° . M. Weyer a vu Antares

déplacer horizontalement de plusieurs degrés; les mouvements cessaient dès que l'étoile était vue à travers une lunette immobile. Il est plus que probable qu'il s'agit ici d'une illusion d'optique, provoquée par la fatigue de l'œil.

Palisa. — Découverte d'une nouvelle planète (279).

Elle a été aperçue pour la première fois le 16 mai.

Konkoly. — Spectre de la comète Sawerthal.

M. de Konkoly a constaté l'existence d'un spectre continu et de cinq bandes des carbures d'hydrogène.

Changement d'éclat inattendu de la comète Sawerthal.

Après avoir diminué régulièrement jusqu'au 20 mai, l'éclat de cette comète a brusquement augmenté, sans cause apparente. D'après M. Schwarz, de Dorpat, il a varié de deux ou trois grandeurs, dans l'intervalle du 20 au 22 mai; le 22, le noyau brillait comme une étoile de 7^e ou 8^e grandeur. M. Franz (Königsberg) estime que l'augmentation a été de 3^e, 5; le 21, l'éclat du noyau égalait celui d'une étoile de 5^e, 8, et le 22, l'intensité lumineuse était encore à peu près la même. Le 25, M. Kammermann (Genève) a trouvé la comète comparable à une étoile de 5^e à 6^e grandeur.

D'après M. Cruls (Rio-de-Janeiro), cet astre a présenté, vers le 27 mars, le phénomène qu'avait offert la comète de 1882, c'est-à-dire que son noyau, après s'être allongé, s'est fractionné, ou, plus exactement, qu'il a montré trois condensations lumineuses qui n'étaient cependant pas complètement détachées l'une de l'autre et n'étaient pas non plus en ligne droite.

Renz (F.). — Détermination de l'équation personnelle dans les observations d'occultations.

La comparaison des résultats obtenus à Poulkova, par divers observateurs, pendant l'éclipse de Lune du 28 janvier, ayant révélé des différences assez fortes, M. Renz s'est décidé à entreprendre une série d'expériences, destinées à mettre en lumière l'équation personnelle qui affecte les observations d'occultations. Il s'est servi, à cet effet, du grand instrument des passages et d'une lentille diaphragmée qui permettait de former des étoiles artificielles de différentes grandeurs (4^e, 6^e, 7^e, 9^e); l'immersion ou l'émergence était produite par un disque mobile dont les mouve-

ments s'enregistraient directement sur un chronographe du système Morse. Quand l'occultation artificielle était observée par la méthode chronographique, l'équation personnelle se déduisait de l'écart entre le signal automatique et le signal marqué par l'observateur; quand l'observation se faisait par l'ancienne méthode (par l'œil et l'oreille), il fallait encore déterminer l'erreur du chronographe, c'est-à-dire comparer le chronographe à la pendule. Nous n'insisterons pas sur les moyens employés pour éliminer les petites erreurs dues à l'inertie des ressorts, etc. Les moyennes des nombreuses déterminations effectuées par M. Renz pendant huit soirées, avec quatre diaphragmes; elles représentent les corrections qu'il faut ajouter aux temps observés :

Méthode chronographique.

	1.	2.	3.	4.
Immersion.....	— 0,40	— 0,47	— 0,49	— 0,59
Émersions.....	— 0,41	— 0,46	— 0,51	— 0,60

Œil et oreille.

Immersion.....	— 0,02	— 0,09	+ 0,01	— 0,03
Émersions.....	+ 0,05	— 0,03	— 0,02	— 0,05

On voit que l'équation personnelle est sensiblement la même pour les immersions et les émersions; mais elle est **plus grande** pour la méthode chronographique que pour l'œil et l'oreille. (Il s'agit ici d'occultations dans l'observation des passages, M. Renz a trouvé son équation personnelle égale à $-0^s,1$, pour les deux modes d'estime.) On constate que l'erreur physiologique augmente à mesure que l'éclat des étoiles diminue; car le diaphragme 1 correspond à la 4^e, et le diaphragme 4 à la 9^e grandeur. La même influence de l'éclat se retrouve dans les valeurs probables des diverses valeurs de l'équation personnelle, car M. Renz trouve, par exemple :

Méthode chronographique.

	1.	3.
Err. pr.....	$\pm 0^s,029$	$\pm 0^s,064$

Œil et oreille.

Err. pr.....	$\pm 0^s,092$	$\pm 0^s,114$
--------------	---------------	---------------

Cette comparaison semblerait prouver que la méthode chronographique est plus précise que l'ancien procédé. Il faut toutefois

quer que les conditions dans lesquelles M. Renz a opéré s'éloignent beaucoup de celles que présentent les occultations véritables. Ce n'est là encore qu'une ébauche des expériences à faire.

Geelmuyden. — La collimation des lunettes brisées.

L'influence de la température sur l'erreur de collimation d'une lunette brisée a sa source principale dans la dilatation irrégulière du porte-prisme, fixé à l'intérieur du cube de la lunette. On conçoit en effet que cette pièce métallique, en se déformant par suite d'un changement de température qui s'y propage lentement à partir de la base, imprime au prisme une rotation qui peut aller à $1''$ pour une différence de 1° . M. Geelmuyden propose d'isoler le porte-prisme du cube par un disque de verre. On peut craindre que, par ce moyen, on ne diminue la stabilité du prisme. M. Geelmuyden a encore remarqué que, pour son instrument, la valeur de la collimation trouvée à l'aide d'une mire diffère un peu de celle qui est fournie par une étoile zénithale (la différence est de $0'',4$). Il paraît que cela tient à un défaut optique de la lunette; l'image d'une étoile est oblongue dans le plan de réflexion du prisme, avec deux maxima de lumière, d'intensité inégale, qui se confondent pour les étoiles basses et se séparent nettement pour le zénith. C'est cette duplicité de l'image qui est la cause des discordances remarquées.

Jesse (O.). — Sur la détermination des hauteurs des étoiles filantes par la photographie.

Les tentatives qui ont été faites jusqu'à ce jour pour déterminer l'élévation des étoiles filantes par des photographies simultanées, exécutées dans deux stations, n'ont pas été couronnées de succès. M. Jesse est d'avis qu'on augmenterait les chances de succès en dirigeant l'objectif vers les points radiants, où la vitesse apparente des météores est la plus faible, et en choisissant les moments de la culmination de ces points radiants, parce que l'intensité lumineuse est alors à son maximum. Si l'on réussissait à obtenir de bonnes photographies des principaux essaims, M. Jesse pense qu'elles permettraient de résoudre une foule de questions intéressantes; mais l'essentiel, pour le moment, c'est, croyons-nous, d'obtenir ces photographies.

Wolf (Max). — Sur la modification de l'achromatisme d'un objectif par la séparation des lentilles.

On sait que, à l'occasion des études préliminaires faites en vue du pas-

sage de Vénus de 1874, M. Cornu a constaté qu'il était possible d'obtenir un suffisant achromatisme pour les rayons chimiques, en séparant un petit intervalle les deux verres, flint et crown, qui forment l'objectif. M. Max Wolf a voulu se rendre compte des modifications de l'achromatisme qui résultent d'un écartement des verres, en séparant par des feuilles d'étain superposées les bords des deux verres d'un objectif de 6 pouces, et en mesurant, à l'aide d'un spectroscope à vision directe, les distances focales pour les diverses couleurs. Les deux verres ont été d'abord écartés de 1^{mm}, 5, puis de 2^{mm}, 5, il s'est trouvé que la variation des distances focales était modifiée dans un sens favorable aux applications photographiques, l'achromatisme optique se transformant progressivement en achromatisme chimique, et qu'en même temps l'aberration chromatique était notablement diminuée quant à sa valeur absolue. Tandis que, avant la séparation des verres, il y avait coïncidence des rayons suivants :

Ultra-rouge.....	Violet
Rouge.....	Bleu clair
Jaune.....	Vert

un écartement de 2^{mm}, 5 amenait les coïncidences suivantes :

Rouge.....	Ultra-violet
Jaune.....	Violet
Vert.....	Bleu

C'est ce que montre très bien le diagramme qui accompagne le rapport de M. Wolf.

Celoria. — Nouvelle détermination de l'orbite de l'étoile double OΣ 298.

Des mesures inédites de ce couple, communiquées par M. Schiaparelli ont permis à M. Celoria d'entreprendre une nouvelle détermination de son orbite, précédemment calculée par Doberck et par Dolgoroukoff. La distance des composantes ne dépasse jamais 1", 5 ($a = 0",88$; $e = 0,8$) la période est de 56 ans.

Backlund, Seraphimoff. — Éléments et éphéméride de la comète d'Encke pour 1888.

Observations de planètes, de comètes, etc.

R. R.

MÉMOIRES ET OBSERVATIONS.

THÉORIE ANALYTIQUE DU MOUVEMENT DES PLANÈTES. — EXPRESSION GÉNÉRALE DES PERTURBATIONS QUI SONT DU TROISIÈME ORDRE PAR RAPPORT AUX MASSES;

PAR M. A. GAILLOT.

Lorsque l'on compare les positions observées des astres mobiles aux positions théoriques déduites des Tables les plus justement estimées, on n'obtient un accord satisfaisant qu'à la condition de restreindre la comparaison à un intervalle de temps limité. En admettant que la loi de la gravitation universelle, telle qu'elle a été formulée par Newton, est la loi véritable à laquelle est soumise la matière pondérable, on est amené à se demander si les géomètres et les astronomes, qui en ont déterminé théoriquement et pratiquement les conséquences relatives aux mouvements des corps célestes, en ont fait une application exacte et complète.

Nous ne pensons pas qu'il existe aucune erreur sérieuse dans les travaux de Laplace, Le Verrier, Hansen et autres. Si quelques inexactitudes d'ordre secondaire ont pu s'y rencontrer, elles ont été signalées et rectifiées pour la plupart, et d'ailleurs elles ne pourraient expliquer d'une manière complète et satisfaisante les discordances constatées entre la théorie et l'observation.

Actuellement, la période des observations précises commencées par Bradley comprend presque un siècle et demi, et la valeur de ces observations combinées entre elles croît en raison même du temps qui en sépare les dates extrêmes, quand bien même leur précision individuelle resterait stationnaire. Quant à la théorie, dont la précision est indépendante de toute question de temps, il est indispensable, tant qu'elle n'a pas atteint l'exactitude absolue, qu'elle progresse d'une manière constante, si l'on veut tirer tout le parti possible de la longue série d'observations dont on dispose actuellement et qui, naturellement, s'étendra indéfiniment dans l'avenir.

On ne parviendra à ce résultat que de deux manières : ou bien par la substitution de méthodes à la fois plus simples et plus rigou-

reuses aux méthodes actuellement connues ; ou bien par l'extension de celles-ci au calcul des termes d'ordre supérieur.

Un jour peut-être, et nous souhaitons, sans trop l'espérer, que ce soit bientôt, les géomètres parviendront à résoudre définitivement la question dans le sens que nous avons indiqué d'abord. En attendant, nous avons pensé qu'il y aurait quelque utilité à la résoudre provisoirement par le second moyen.

Si l'on observe que toutes les méthodes en usage jusqu'à présent pour le calcul des perturbations ont un principe commun, celui des approximations successives, et que, sauf dans quelques cas particuliers, on n'a jamais dépassé la troisième approximation, celle qui donne des termes proportionnels aux carrés et aux produits des masses prises deux à deux, on est conduit à rechercher s'il ne devient pas nécessaire dès aujourd'hui de calculer les termes que fournirait une quatrième approximation, et qui seraient du troisième ordre par rapport aux masses.

Nous avons constaté, en ce qui concerne la théorie du mouvement de Saturne, que plusieurs de ces termes ont une importance considérable et qu'il est impossible, si l'on n'en tient compte, de représenter la marche de la planète pendant un intervalle de temps un peu étendu.

Les plus importants de beaucoup dépendent du même argument : cinq fois la longitude moyenne de Saturne moins deux fois la longitude moyenne de Jupiter, argument qui varie très lentement, sa période étant de près de neuf cents ans. En omettant ces termes, on trouve pour les éléments elliptiques de l'orbite des valeurs un peu différentes de leurs valeurs exactes, mais qui, pendant un temps limité, peuvent, sans erreur sensible dans les calculs, être substituées à ces dernières augmentées de l'effet des perturbations négligées. Ensuite la différence s'accroît avec le temps, et les discordances entre la théorie et l'observation deviennent de plus en plus apparentes.

Nous avons précisément entrepris le travail que nous présentons ici dans le but de le faire servir au calcul des perturbations du troisième ordre des éléments de l'orbite de Saturne, de celles spécialement qui dépendent des actions que cette planète et Jupiter exercent mutuellement l'une sur l'autre. Les résultats s'appliqueraient sans changement à tous les cas où la planète dont on veut

déterminer les perturbations est le plus éloignée du Soleil, et avec de légères modifications, faciles à effectuer, au cas où elle en serait le plus rapprochée.

Il nous a paru utile de publier ce Chapitre à part, espérant que, parmi ceux qui voudront bien l'examiner, il s'en trouvera qui pourront nous indiquer quelques rectifications nécessaires ou quelques simplifications utiles, dont nous nous empresserons de faire notre profit.

Dans ce qui va suivre, nous conserverons autant que possible les notations employées par Le Verrier dans sa théorie analytique du mouvement de Saturne, et comme lui nous désignerons par :

- m et m' les masses respectives de Jupiter et de Saturne;
- n et n' leurs moyens mouvements annuels;
- a et a' les demi grands axes de leurs orbites;
- e et e' les valeurs, à une époque donnée, des parties séculaires des excentricités;
- e_0 et e'_0 les valeurs des mêmes éléments à l'époque initiale;
- ε et ε' les longitudes moyennes à l'époque initiale;
- $l = \varepsilon + nt$ et $l' = \varepsilon' + n't$ les longitudes moyennes à l'époque t ;
- ϖ et ϖ' les longitudes des périhélies;
- τ la longitude du nœud ascendant de Jupiter sur Saturne, comptée dans le plan de l'orbite de Jupiter;
- τ' la longitude du même point, comptée dans le plan de l'orbite de Saturne;
- γ , l'inclinaison mutuelle des orbites;

et nous poserons, encore comme Le Verrier,

$$\lambda = l + \tau' - \tau, \quad \omega = \varpi + \tau' - \tau,$$

$$\eta = \sin \frac{\gamma}{2}, \quad \alpha = \frac{a}{a'}.$$

De même, $R_{(1,0)}$ représentant le développement de la fonction perturbatrice correspondant à l'action de Jupiter sur Saturne, la formule

$$\alpha' R_{(1,0)} = N' e^h e'^{h'} \eta^f \cos(i\lambda + i'l' + k\omega + k'\varpi' + u\tau')$$

définira la quantité N' , que nous aurons fréquemment à considérer, et qui dépend exclusivement du rapport $\alpha = \frac{a}{a'}$.

I. — EXPRESSION GÉNÉRALE DES PERTURBATIONS DES DIVERS ORI

Soient

H un facteur constant,

I un facteur dépendant seulement des demi grands axes a et a'

K un facteur dépendant seulement des excentricités e et e' ,

$F = H \times I \times K$,

$T = i\lambda + i'\lambda' + k\omega + k'\omega' (1)$.

Les équations différentielles dont dépendent les variations éléments de l'orbite de Saturne se présentent sous l'une des formes suivantes

$$(X) \quad \frac{dQ}{dt} = \varphi_s = F_s \sin T,$$

$$(Y) \quad \frac{dQ}{dt} = \varphi_c = F_c \cos T.$$

Supposons, comme cela a lieu réellement dans la pratique, φ ayant été calculé en admettant certaines valeurs initiales de $e, e', \dots, \lambda, \lambda', \dots$, on ait reconnu ensuite que ces valeurs initiales doivent recevoir des accroissements $\delta a, \delta a', \dots$.

Si l'on tient compte de ces accroissements dans l'expression la fonction φ , celle-ci deviendra $\varphi + \delta\varphi$, et l'on aura

$$\begin{aligned} \delta\varphi = & \frac{d\varphi}{da} \delta a + \frac{d\varphi}{da'} \delta a' + \frac{d\varphi}{de} \delta e + \frac{d\varphi}{de'} \delta e' + \frac{d\varphi}{dT} \delta T \\ & + \frac{1}{2} \frac{d^2\varphi}{da^2} \delta a^2 + \frac{d^2\varphi}{da da'} \delta a \delta a' + \frac{d^2\varphi}{da de} \delta a \delta e + \frac{d^2\varphi}{da de'} \delta a \delta e' + \frac{d^2\varphi}{da^2} \delta a^2 \\ & + \frac{1}{2} \frac{d^2\varphi}{da'^2} \delta a'^2 + \frac{d^2\varphi}{da' de} \delta a' \delta e + \frac{d^2\varphi}{da' de'} \delta a' \delta e' + \frac{d^2\varphi}{da'^2} \delta a'^2 \\ & + \frac{1}{2} \frac{d^2\varphi}{de^2} \delta e^2 + \frac{d^2\varphi}{de de'} \delta e \delta e' + \frac{d^2\varphi}{de'^2} \delta e'^2 \\ & + \frac{1}{2} \frac{d^2\varphi}{de'^2} \delta e'^2 + \frac{d^2\varphi}{de de'} \delta e \delta e' + \frac{d^2\varphi}{de'^2} \delta e'^2 \\ & + \frac{1}{2} \frac{d^2\varphi}{dT^2} \delta T^2 + \frac{d^2\varphi}{dT da} \delta T \delta a + \frac{d^2\varphi}{dT da'} \delta T \delta a' + \frac{d^2\varphi}{dT de} \delta T \delta e + \frac{d^2\varphi}{dT de'} \delta T \delta e' \\ & + \frac{1}{2} \frac{d^2\varphi}{dT^2} \delta T^2 + \frac{d^2\varphi}{dT da} \delta T \delta a + \frac{d^2\varphi}{dT da'} \delta T \delta a' + \frac{d^2\varphi}{dT de} \delta T \delta e + \frac{d^2\varphi}{dT de'} \delta T \delta e' \end{aligned}$$

(1) Nous négligerons, dans ce qui va suivre, les variations de l'inclinaison des orbites et des longitudes des nœuds, variations dont l'effet serait sensible sur le calcul des termes du troisième ordre que nous avons spécialement en vue. On en tiendrait compte facilement, d'ailleurs, par des formules analogues à celles qui s'appliquent aux variations des excentricités et des longitudes des périhélie.

n s'arrêtant aux termes qui sont du second degré par rapport aux variations des éléments.

On trouvera facilement

	(X).	(Y).
$a \frac{d\varphi}{da}$	$+ F_s \sin T \frac{a}{I} \frac{dI}{da}$	$+ F_c \cos T \frac{a}{I} \frac{dI}{da},$
$a' \frac{d\varphi}{da'}$	$+ F_s \sin T \frac{a'}{I} \frac{dI}{da'}$	$+ F_c \cos T \frac{a'}{I} \frac{dI}{da'},$
$e \frac{d\varphi}{de}$	$+ F_s \sin T \frac{e}{K} \frac{dK}{de}$	$+ F_c \cos T \frac{e}{K} \frac{dK}{de},$
$e' \frac{d\varphi}{de'}$	$+ F_s \sin T \frac{e'}{K} \frac{dK}{de'}$	$+ F_c \cos T \frac{e'}{K} \frac{dK}{de'},$
$\frac{d\varphi}{dT}$	$+ F_s \cos T$	$- F_c \sin T,$
$a^2 \frac{d^2\varphi}{da^2}$	$+ F_s \sin T \frac{a^2}{I} \frac{d^2I}{da^2}$	$+ F_c \cos T \frac{a^2}{I} \frac{d^2I}{da^2},$
$aa' \frac{d^2\varphi}{da da'}$	$+ F_s \sin T \frac{aa'}{I} \frac{d^2I}{da da'}$	$+ F_c \cos T \frac{aa'}{I} \frac{d^2I}{da da'},$
$ae \frac{d^2\varphi}{da de}$	$+ F_s \sin T \frac{a}{I} \frac{dI}{da} \frac{e}{K} \frac{dK}{de}$	$+ F_c \cos T \frac{a}{I} \frac{dI}{da} \frac{e}{K} \frac{dK}{de},$
$ae' \frac{d^2\varphi}{da de'}$	$+ F_s \sin T \frac{a}{I} \frac{dI}{da} \frac{e'}{K} \frac{dK}{de'}$	$+ F_c \cos T \frac{a}{I} \frac{dI}{da} \frac{e'}{K} \frac{dK}{de'},$
$a \frac{d^2\varphi}{da d\Gamma}$	$+ F_s \cos T \frac{a}{I} \frac{dI}{du}$	$- F_c \sin T \frac{a}{I} \frac{dI}{da},$
$a'^2 \frac{d^2\varphi}{da'^2}$	$+ F_s \sin T \frac{a'^2}{I} \frac{d^2I}{da'^2}$	$+ F_c \cos T \frac{a'^2}{I} \frac{d^2I}{da'^2},$
$a'e \frac{d^2\varphi}{da' de}$	$+ F_s \sin T \frac{a'}{I} \frac{dI}{da'} \frac{e}{K} \frac{dK}{de}$	$+ F_c \cos T \frac{a'}{I} \frac{dI}{da'} \frac{e}{K} \frac{dK}{de},$
$a'e' \frac{d^2\varphi}{da' de'}$	$+ F_s \sin T \frac{a'}{I} \frac{dI}{da'} \frac{e'}{K} \frac{dK}{de'}$	$+ F_c \cos T \frac{a'}{I} \frac{dI}{da'} \frac{e'}{K} \frac{dK}{de'},$
$a' \frac{d^2\varphi}{da' d\Gamma}$	$+ F_s \cos T \frac{a'}{I} \frac{dI}{da'}$	$- F_c \sin T \frac{a'}{I} \frac{dI}{da'},$
$e^2 \frac{d^2\varphi}{de^2}$	$+ F_s \sin T \frac{e^2}{K} \frac{d^2K}{de^2}$	$+ F_c \cos T \frac{e^2}{K} \frac{d^2K}{de^2},$
$ee' \frac{d^2\varphi}{de de'}$	$+ F_s \sin T \frac{ee'}{K} \frac{d^2K}{de de'}$	$+ F_c \cos T \frac{ee'}{K} \frac{d^2K}{de de'},$
$e \frac{d^2\varphi}{de d\Gamma}$	$+ F_s \cos T \frac{e}{K} \frac{dK}{de}$	$- F_c \sin T \frac{e}{K} \frac{dK}{de},$

	(X).	(Y).
$e'^2 \frac{d^2 \varphi}{de'^2}$	$+ F_s \sin T \frac{e'^2}{K} \frac{d^2 K}{de'^2}$	$+ F_c \cos T \frac{e'^2}{K} \frac{d^2 K}{de'^2},$
$e' \frac{d^2 \varphi}{de' dT}$	$+ F_s \cos T \frac{e'}{K} \frac{dK}{de'}$	$- F_c \sin T \frac{e'}{K} \frac{dK}{de'},$
$\frac{d^2 \varphi}{dT^2}$	$- F_s \sin T$	$- F_c \cos T.$

Nous donnons ci-après les valeurs des dérivées partielles entrent dans les expressions précédentes. Leur formation ne sente quelque difficulté que pour les dérivées par rapport à a qui disparaîtra d'ailleurs si l'on remarque que, N' est une fonction homogène et du degré 0 par rapport à a et on a $a' \frac{dN'}{da} = -N'$.

VALEURS DE I ET DE SES DÉRIVÉES.

1° Demi grand axe.

$$\begin{aligned}
 I &= n' a' N', \\
 \frac{a}{I} \frac{dI}{da} &= + \frac{1}{N'} a \frac{dN'}{da}, \\
 \frac{a'}{I} \frac{dI}{da'} &= - \frac{1}{N'} \left(a \frac{dN'}{da} + \frac{1}{2} N' \right), \\
 \frac{a^2}{I} \frac{d^2 I}{da^2} &= + \frac{1}{N'} a^2 \frac{d^2 N'}{da^2}, \\
 \frac{a a'}{I} \frac{d^2 I}{da da'} &= - \frac{1}{N'} \left(a^2 \frac{d^2 N'}{da^2} + \frac{3}{2} a \frac{dN'}{da} \right), \\
 \frac{a'^2}{I} \frac{d^2 I}{da'^2} &= + \frac{1}{N'} \left(a^2 \frac{d^2 N'}{da^2} + 3 a \frac{dN'}{da} + \frac{3}{4} N' \right).
 \end{aligned}$$

2° Moyen mouvement.

$$\begin{aligned}
 I &= n'^2 N', \\
 \frac{a}{I} \frac{dI}{da} &= + \frac{1}{N'} a \frac{dN'}{da}, \\
 \frac{a'}{I} \frac{dI}{da'} &= - \frac{1}{N'} \left(a \frac{dN'}{da} + 3 N' \right),
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\frac{a^3}{1} \frac{d^2 I}{da^2} &= + \frac{1}{N'} a^2 \frac{d^2 N'}{da^2}, \\ \frac{aa'}{1} \frac{d^2 I}{da da'} &= - \frac{1}{N'} \left(a^2 \frac{d^2 N'}{da^2} + 4a \frac{dN'}{da} \right), \\ \frac{a'^2}{1} \frac{d^2 I}{da'^2} &= + \frac{1}{N'} \left(a^2 \frac{d^2 N'}{da^2} + 8a \frac{dN'}{da} + 12N' \right).\end{aligned}$$

3° *Longitude moyenne de l'époque.*

$$\begin{aligned}I &= n' \left(a \frac{dN'}{da} + N' \right) = n' Q, \\ \frac{a}{1} \frac{dI}{da} &= + \frac{1}{Q} \left(a^2 \frac{d^2 N'}{da^2} + 2a \frac{dN'}{da} \right), \\ \frac{a'}{1} \frac{dI}{da'} &= - \frac{1}{Q} \left(a^2 \frac{d^2 N'}{da^2} + \frac{7}{2} a \frac{dN'}{da} + \frac{3}{2} N' \right), \\ \frac{a^3}{1} \frac{d^2 I}{da^2} &= + \frac{1}{Q} \left(a^3 \frac{d^3 N'}{da^3} + 3a^2 \frac{d^2 N'}{da^2} \right), \\ \frac{aa'}{1} \frac{d^2 I}{da da'} &= - \frac{1}{Q} \left(a^3 \frac{d^3 N'}{da^3} + \frac{11}{2} a^2 \frac{d^2 N'}{da^2} + 5a \frac{dN'}{da} \right), \\ \frac{a'^2}{1} \frac{d^2 I}{da'^2} &= + \frac{1}{Q} \left(a^3 \frac{d^3 N'}{da^3} + 8a^2 \frac{d^2 N'}{da^2} + \frac{55}{4} a \frac{dN'}{da} + \frac{15}{4} N' \right).\end{aligned}$$

4° *Excentricité et longitude du périhélie.*

$$\begin{aligned}I &= n' N', \\ \frac{a}{1} \frac{dI}{da} &= + \frac{1}{N'} a \frac{dN'}{da}, \\ \frac{a'}{1} \frac{dI}{da'} &= - \frac{1}{N'} \left(a \frac{dN'}{da} + \frac{3}{2} N' \right), \\ \frac{a^3}{1} \frac{d^2 I}{da^2} &= + \frac{1}{N'} a^2 \frac{d^2 N'}{da^2}, \\ \frac{aa'}{1} \frac{d^2 I}{da da'} &= - \frac{1}{N'} \left(a^2 \frac{d^2 N'}{da^2} + \frac{5}{2} a \frac{dN'}{da} \right), \\ \frac{a'^2}{1} \frac{d^2 I}{da'^2} &= + \frac{1}{N'} \left(a^2 \frac{d^2 N'}{da^2} + 5a \frac{dN'}{da} + \frac{15}{4} N' \right).\end{aligned}$$

On trouvera dans le tome X des *Annales* (Mémoires) de l'observatoire de Paris, pages 29 et suivantes, tous les éléments nécessaires au calcul numérique des expressions précédentes.

VALEURS DE K ET DE SES DÉRIVÉES.

K	Gr axe. Moy. mouv. Long. époque. $e^h e'^{h'}$	Excentricité. $e^h e'^{h'-1}$	Long. pérh. $e^h e'^{h'-2}$
$\frac{e}{K} \frac{dK}{de}$	h	h	h
$\frac{e'}{K} \frac{dK}{de'}$	h'	$h'-1$	$h'-2$
$\frac{e^2}{K} \frac{d^2 K}{de^2}$	$h(h-1)$	$h(h-1)$	$h(h-1)$
$\frac{ee'}{K} \frac{d^2 K}{de de'}$	hh'	$h(h'-1)$	$h(h'-2)$
$\frac{e'^2}{K} \frac{d^2 K}{de'^2}$	$h'(h'-1)$	$(h'-1)(h'-2)$	$(h'-2)(h'-3)$

Quant aux variations que nous aurons à considérer, elles ont pour expressions

$$\begin{aligned}
 \partial a &= A \cos \mathfrak{C}, & \partial a' &= A' \cos \mathfrak{C}, \\
 \partial e &= E \cos \mathfrak{C}, & \partial e' &= E' \cos \mathfrak{C}, \\
 \partial \lambda &= L \sin \mathfrak{C}, & \partial \lambda' &= L' \sin \mathfrak{C}, \\
 \partial \omega &= P \sin \mathfrak{C}, & \partial \omega' &= P' \sin \mathfrak{C}, \\
 \mathfrak{C} &= j\lambda + j'\lambda' + \kappa\omega + \kappa'\omega'.
 \end{aligned}$$

On remarquera d'ailleurs que l'on a

$$\begin{aligned}
 \partial T &= \frac{dT}{d\lambda} \partial \lambda + \frac{dT}{d\lambda'} \partial \lambda' + \frac{dT}{d\omega} \partial \omega + \frac{dT}{d\omega'} \partial \omega' \\
 &= i \cdot \partial \lambda + i' \cdot \partial \lambda' + k \cdot \partial \omega + k' \cdot \partial \omega'
 \end{aligned}$$

et que l'on devra partout substituer ce développement à ∂T .

Nous allons étudier maintenant le mode de formation des termes du second et du troisième ordre.

La fonction φ et ses dérivées renferment la masse m de Jupiter en facteur : elles sont donc du premier ordre par rapport aux masses.

Les perturbations du premier ordre des éléments des orbites de Jupiter et de Saturne contiennent respectivement en facteur les masses m' et m : leur introduction au premier degré dans l'expression de $\partial \varphi$ donnera donc des termes du second ordre en mm' et m^2 .

On voit facilement que le calcul des termes du second ordre, dont nous désignerons l'ensemble par $\partial_2 \varphi$, dépend seulement des premières dérivées de φ .

On obtiendra les termes du troisième ordre :

1° En introduisant dans l'expression de $\delta\varphi$ les carrés ou les produits deux à deux des variations du premier ordre des éléments des orbites de Jupiter et de Saturne, lesquels dépendront, pour les éléments de Jupiter seuls de m'^2 , pour les éléments de Saturne seuls de m^2 , et pour les éléments combinés des deux planètes de mm' , et donneront par conséquent des termes en mm'^2 , m^3 et m^2m' .

Le calcul de cette première série de termes du troisième ordre, que nous désignerons par $\delta_{3,1}\varphi$, dépend exclusivement des secondes dérivées de φ .

2° En introduisant, à la première puissance, dans l'expression de $\delta\varphi$, les variations du second ordre des éléments des orbites de Jupiter (termes en m'^2 et mm') et de Saturne (termes en mm' et m^2). Il en résultera encore des termes en mm'^2 , m^2m' et m^3 . Le calcul de cette dernière série de termes du troisième ordre, dont nous désignerons l'ensemble par $\delta_{3,2}\varphi$, ne dépend que des premières dérivées de φ .

L'expression générale de $\delta\varphi$, arrêtée aux termes du troisième ordre, sera donc

$$\delta\varphi = \delta_1\varphi + \delta_{3,1}\varphi + \delta_{3,2}\varphi;$$

et, en affectant de l'indice (1) les variations qui sont du premier ordre par rapport aux masses, de l'indice (2) les variations qui sont du second ordre, nous aurons, pour chacune de ses trois parties,

$$\begin{aligned} \delta_1\varphi &= \frac{d\varphi}{da} \delta_1 a + \frac{d\varphi}{da'} \delta_1 a' + \frac{d\varphi}{de} \delta_1 e + \frac{d\varphi}{de'} \delta_1 e' + \frac{d\varphi}{dT} \delta_1 T, \\ \delta_{3,1}\varphi &= \frac{1}{2} \frac{d^2\varphi}{da^2} \delta_1 a^2 + \frac{d^2\varphi}{da da'} \delta_1 a \delta_1 a' + \frac{d^2\varphi}{da de} \delta_1 a \delta_1 e + \frac{d^2\varphi}{da de'} \delta_1 a \delta_1 e' + \frac{d^2\varphi}{da dT} \delta_1 a \delta_1 T \\ &\quad + \frac{1}{2} \frac{d^2\varphi}{da'^2} \delta_1 a'^2 + \frac{d^2\varphi}{da' de} \delta_1 a' \delta_1 e + \frac{d^2\varphi}{da' de'} \delta_1 a' \delta_1 e' + \frac{d^2\varphi}{da' dT} \delta_1 a' \delta_1 T \\ &\quad + \frac{1}{2} \frac{d^2\varphi}{de^2} \delta_1 e^2 + \frac{d^2\varphi}{de de'} \delta_1 e \delta_1 e' + \frac{d^2\varphi}{de dT} \delta_1 e \delta_1 T \\ &\quad + \frac{1}{2} \frac{d^2\varphi}{de'^2} \delta_1 e'^2 + \frac{d^2\varphi}{de' dT} \delta_1 e' \delta_1 T \\ &\quad + \frac{1}{2} \frac{d^2\varphi}{dT^2} \delta_1 T^2, \\ \delta_{3,2}\varphi &= \frac{d\varphi}{da} \delta_2 a + \frac{d\varphi}{da'} \delta_2 a' + \frac{d\varphi}{de} \delta_2 e + \frac{d\varphi}{de'} \delta_2 e' + \frac{d\varphi}{dT} \delta_2 T. \end{aligned}$$

Les perturbations du second ordre ont été calculées par Le Verrier. Nous nous bornerons donc ici à déterminer l'expression générale des perturbations du troisième ordre.

II. — TERMES DU TROISIÈME ORDRE DÉPENDANT DES CARRÉS ET DES PRODUITS DEUX À DEUX DES VARIATIONS DU PREMIER ORDRE.

Les variations des éléments des orbites de Jupiter et de Saturne, qui sont du premier ordre par rapport aux masses, ont pour expressions

$$\begin{aligned}\delta_1 \alpha &= A_1 \cos \mathfrak{C}_1 + \dots + A_m \cos \mathfrak{C}_m + \dots + A_p \cos \mathfrak{C}_p + \dots, \\ \delta_1 \alpha' &= A'_1 \cos \mathfrak{C}_1 + \dots + A'_m \cos \mathfrak{C}_m + \dots + A'_p \cos \mathfrak{C}_p + \dots, \\ \delta_1 e &= E_1 \cos \mathfrak{C}_1 + \dots + E_m \cos \mathfrak{C}_m + \dots + E_p \cos \mathfrak{C}_p + \dots, \\ \delta_1 e' &= E'_1 \cos \mathfrak{C}_1 + \dots + E'_m \cos \mathfrak{C}_m + \dots + E'_p \cos \mathfrak{C}_p + \dots, \\ \delta_1 \lambda &= L_1 \sin \mathfrak{C}_1 + \dots + L_m \sin \mathfrak{C}_m + \dots + L_p \sin \mathfrak{C}_p + \dots, \\ \delta_1 \lambda' &= L'_1 \sin \mathfrak{C}_1 + \dots + L'_m \sin \mathfrak{C}_m + \dots + L'_p \sin \mathfrak{C}_p + \dots, \\ \delta_1 \omega &= P_1 \sin \mathfrak{C}_1 + \dots + P_m \sin \mathfrak{C}_m + \dots + P_p \sin \mathfrak{C}_p + \dots, \\ \delta_1 \omega' &= P'_1 \sin \mathfrak{C}_1 + \dots + P'_m \sin \mathfrak{C}_m + \dots + P'_p \sin \mathfrak{C}_p + \dots.\end{aligned}$$

Si l'on forme les carrés ou les produits deux à deux de ces expressions, on aura, par exemple,

$$\begin{aligned}\delta_1 \alpha^2 &= \Sigma (A^2 \cos^2 \mathfrak{C}) + 2 \Sigma (A_m A_p \cos \mathfrak{C}_m \cos \mathfrak{C}_p), \\ \delta_1 \lambda^2 &= \Sigma (L^2 \sin^2 \mathfrak{C}) + 2 \Sigma (L_m L_p \sin \mathfrak{C}_m \sin \mathfrak{C}_p), \\ \delta_1 \alpha \delta_1 \alpha' &= \Sigma (A A' \cos^2 \mathfrak{C}) + \Sigma [(A_m A'_p + A'_m A_p) \cos \mathfrak{C}_m \cos \mathfrak{C}_p], \\ \delta_1 \alpha \delta_1 \lambda &= \Sigma (A L \sin \mathfrak{C} \cos \mathfrak{C}) + \Sigma (A_m L_p \sin \mathfrak{C}_p \cos \mathfrak{C}_m + A_p L_m \sin \mathfrak{C}_m \cos \mathfrak{C}_p), \\ \delta_1 \lambda \delta_1 \lambda' &= \Sigma (L L' \sin^2 \mathfrak{C}) + \Sigma [(L_m L'_p + L_p L'_m) \sin \mathfrak{C}_m \sin \mathfrak{C}_p].\end{aligned}$$

Les autres carrés ou produits se déduiront facilement des précédents par de simples changements de lettres, savoir :

$$\begin{array}{ll}\delta_1 \alpha'^2, \delta_1 e^2 \text{ et } \delta_1 e'^2 & \dots \dots \dots \text{ de } \delta_1 \alpha^2 \\ \delta_1 \lambda'^2, \delta_1 \omega^2 \text{ et } \delta_1 \omega'^2 & \dots \dots \dots \text{ de } \delta_1 \lambda^2 \\ \delta_1 \alpha \delta_1 e, \delta_1 \alpha \delta_1 e', \delta_1 \alpha' \delta_1 e, \delta_1 \alpha' \delta_1 e' & \dots \dots \dots \text{ de } \delta_1 \alpha \delta_1 \alpha' \\ \delta_1 \alpha \delta_1 \lambda', \delta_1 \alpha \delta_1 \omega, \delta_1 \alpha \delta_1 \omega', \delta_1 \alpha' \delta_1 \lambda, \dots, \left. \begin{array}{l} \delta_1 e \delta_1 \lambda, \dots, \delta_1 e' \delta_1 \lambda, \dots \end{array} \right\} & \dots \dots \text{ de } \delta_1 \alpha \delta_1 \lambda \\ \delta_1 \lambda \delta_1 \omega, \delta_1 \lambda \delta_1 \omega', \delta_1 \lambda' \delta_1 \omega, \delta_1 \lambda' \delta_1 \omega' \text{ et } \delta_1 \omega \delta_1 \omega' & \dots \dots \text{ de } \delta_1 \lambda \delta_1 \lambda'.\end{array}$$

Toutes ces expressions comprennent deux parties : la première,

où nous avons supprimé les indices, résulte de la combinaison de deux variations de même indice, ou, si l'on veut, de deux variations ayant même argument et dépendant d'un même terme du développement de la fonction perturbatrice: la seconde résulte du produit de deux variations d'arguments différents, dépendant de deux termes différents dans le développement de la fonction perturbatrice.

Si nous désignons respectivement par Φ_1 et par Φ_2 les deux parties correspondantes de δ_3, φ , que nous obtiendrons après avoir introduit dans l'expression de cette quantité, d'une part, les valeurs précédentes de $\delta, a^2, \delta, a, \delta, a', \dots$ et, d'autre part, les valeurs des dérivées partielles données pages 333-336, à l'exception des dérivées par rapport à a et à a' , que nous laisserons provisoirement sous leur forme générale afin de faciliter l'écriture;

Et si nous écrivons, pour abréger,

$$\begin{aligned} \mathfrak{A} &= \frac{A}{a}, & \mathfrak{L} &= L \sin i', & \mathfrak{C} &= \frac{E}{e}, & \mathfrak{P} &= P \sin i', & \mathfrak{V} &= i \mathfrak{L} + i' \mathfrak{L}', \\ \mathfrak{A}' &= \frac{A'}{a'}, & \mathfrak{L}' &= L' \sin i'', & \mathfrak{C}' &= \frac{E'}{e'}, & \mathfrak{P}' &= P' \sin i'', \end{aligned}$$

Nous aurons, pour l'expression générale d'un terme de Φ_1 ,

Coefficient de la fonction trigonométrique.

$$\begin{aligned} \Phi_1 = & + F \left[+ \frac{1}{2} \frac{a^2}{I} \frac{d^2 I}{da^2} \lambda_b^2 + \frac{aa'}{I} \frac{dI}{da} \lambda_b \lambda_{b'} + \frac{1}{2} \frac{a'^2}{I} \frac{dI}{da'^2} \lambda_{b'}^2 \right. \\ & + \left(\frac{a}{I} \frac{dI}{da} \lambda_b + \frac{a'}{I} \frac{dI}{da'} \right) (h\mathcal{E} + h'\mathcal{E}') \\ & + \frac{1}{2} h(h-1)\mathcal{E}^2 + hh'\mathcal{E}\mathcal{E}' + \frac{1}{2} h'(h'-1)\mathcal{E}'^2 \Big] \\ & + F \left[+ \left(\frac{a}{I} \frac{dI}{da} \lambda_b + \frac{a'}{I} \frac{dI}{da'} \lambda_{b'} \right) (\mathcal{V} + k\mathcal{Q} + k'\mathcal{Q}') \right. \\ & + \mathcal{V}(h\mathcal{E} + h'\mathcal{E}') + (k\mathcal{Q} + k'\mathcal{Q}')(h\mathcal{E} + h'\mathcal{E}') \Big] \\ & + F \left[+ \frac{1}{2} \mathcal{V}^2 + \mathcal{V}(k\mathcal{Q} + k'\mathcal{Q}') + \frac{1}{2} (k\mathcal{Q} + k'\mathcal{Q}')^2 \right] \end{aligned}$$

à quoi il faut ajouter, pour l'excentricité,

$$\begin{aligned} & + F \left[- \left(\frac{a}{I} \frac{dI}{da} \lambda_b + \frac{a'}{I} \frac{dI}{da'} \lambda_{b'} \right) \mathcal{E}' - h\mathcal{E}\mathcal{E}' - (h'-1)\mathcal{E}'^2 \right] \\ & + F(-\mathcal{V}\mathcal{E}' - k\mathcal{Q}\mathcal{E}' - k'\mathcal{Q}'\mathcal{E}') \end{aligned}$$

et, pour la longitude du périhélie,

$$\begin{aligned} & + F \left[- 2 \left(\frac{a}{I} \frac{dI}{da} \lambda_b + \frac{a'}{I} \frac{dI}{da'} \lambda_{b'} \right) \mathcal{E}' - 2h\mathcal{E}\mathcal{E}' - (2h'-3)\mathcal{E}'^2 \right] \\ & + F(-2\mathcal{V}\mathcal{E}' - 2k\mathcal{Q}\mathcal{E}' - 2k'\mathcal{Q}'\mathcal{E}') \end{aligned}$$

L'expression générale d'un terme dépendant, dans la seconde partie Φ_2 , de deux groupes de variations

Fonction trigonométrique.

(X).

(Y).

$$\begin{aligned} & + \sin T \cos^2 \mathcal{E} & + \cos T \cos^2 \mathcal{E} \\ & + \cos T \sin \mathcal{E} \cos \mathcal{E} & - \sin T \sin \mathcal{E} \cos \mathcal{E} \\ & - \sin T \sin^2 \mathcal{E} & - \cos T \sin^2 \mathcal{E}, \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & + \sin T \cos^2 \mathcal{E} \\ & + \cos T \sin \mathcal{E} \cos \mathcal{E} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & + \cos T \cos^2 \mathcal{E} \\ & - \sin T \sin \mathcal{E} \cos \mathcal{E}. \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 & + \frac{a'}{1} \frac{d}{da} \left[\lambda_m' (h \mathfrak{E}_p + h' \mathfrak{E}_p') + \lambda_p' (h \mathfrak{E}_m + h' \mathfrak{E}_m') \right] \\
 & + \frac{a'}{1} \frac{d}{da} \left[\lambda_m' (h \mathfrak{E}_p + h' \mathfrak{E}_p') + \lambda_p' (h \mathfrak{E}_m + h' \mathfrak{E}_m') \right] \\
 & + h(h-1) \mathfrak{E}_m \mathfrak{E}_p + h h' (\mathfrak{E}_m \mathfrak{E}_p' + \mathfrak{E}_p \mathfrak{E}_m') + h' (h'-1) \mathfrak{E}_m' \mathfrak{E}_p' \left\{ \right. \\
 & + \left[+ \left(\frac{a}{1} \frac{d}{da} \lambda_m + \frac{a'}{1} \frac{d}{da} \lambda_m' + h \mathfrak{E}_m + h' \mathfrak{E}_m' \right) (\mathfrak{V}_p + k \mathfrak{Q}_p + k' \mathfrak{Q}_p') \right] \\
 & + \left[+ \left(\frac{a}{1} \frac{d}{da} \lambda_p + \frac{a'}{1} \frac{d}{da} \lambda_p' + h \mathfrak{E}_p + h' \mathfrak{E}_p' \right) (\mathfrak{V}_m + k \mathfrak{Q}_m + k' \mathfrak{Q}_m') \right] \\
 & + \left[+ (\mathfrak{V}_m + k \mathfrak{Q}_m + k' \mathfrak{Q}_m') (\mathfrak{V}_p + k \mathfrak{Q}_p + k' \mathfrak{Q}_p') \right] \\
 & \left. \right\} \text{ à quoi il faudra encore ajouter, pour l'excentricité,} \\
 & + \left[- \frac{a}{1} \frac{d}{da} (\lambda_m \mathfrak{E}_p' + \lambda_p \mathfrak{E}_m') - \frac{a'}{1} \frac{d}{da} (\lambda_m' \mathfrak{E}_p + \lambda_p' \mathfrak{E}_m') \right. \\
 & \quad \left. - h (\mathfrak{E}_m \mathfrak{E}_p' + \mathfrak{E}_p \mathfrak{E}_m') - 2 (h'-1) \mathfrak{E}_m' \mathfrak{E}_p' \right] \\
 & + \left[- \mathfrak{E}_m' (\mathfrak{V}_p + k \mathfrak{Q}_p + k' \mathfrak{Q}_p') \right] \\
 & + \left[- \mathfrak{E}_p' (\mathfrak{V}_m + k \mathfrak{Q}_m + k' \mathfrak{Q}_m') \right] \\
 & \quad + \sin T \cos \mathfrak{E}_m \cos \mathfrak{E}_p \quad + \cos T \cos \mathfrak{E}_m \cos \mathfrak{E}_p \\
 & \quad + \cos T \cos \mathfrak{E}_m \sin \mathfrak{E}_p \quad - \sin T \cos \mathfrak{E}_m \sin \mathfrak{E}_p \\
 & \quad + \cos T \sin \mathfrak{E}_m \cos \mathfrak{E}_p \quad - \sin T \sin \mathfrak{E}_m \cos \mathfrak{E}_p \\
 & \quad - \sin T \sin \mathfrak{E}_m \sin \mathfrak{E}_p \quad - \cos T \sin \mathfrak{E}_m \sin \mathfrak{E}_p, \\
 & \quad + \sin T \cos \mathfrak{E}_m \cos \mathfrak{E}_p \\
 & \quad + \cos T \cos \mathfrak{E}_m \sin \mathfrak{E}_p \\
 & \quad + \cos T \sin \mathfrak{E}_m \cos \mathfrak{E}_p
 \end{aligned}$$

et, pour la longitude du périhélie,

$$\begin{aligned}
 & + \left[- 2 \frac{a}{1} \frac{d}{da} (\lambda_m \mathfrak{E}_p' + \lambda_p \mathfrak{E}_m') - 2 \frac{a'}{1} \frac{d}{da} (\lambda_m' \mathfrak{E}_p + \lambda_p' \mathfrak{E}_m') \right. \\
 & \quad \left. - 2 h (\mathfrak{E}_m \mathfrak{E}_p' + \mathfrak{E}_p \mathfrak{E}_m') - 2 (2h'-3) \mathfrak{E}_m' \mathfrak{E}_p' \right] \\
 & + \left[- 2 \mathfrak{E}_m' (\mathfrak{V}_p + k \mathfrak{Q}_p + k' \mathfrak{Q}_p') \right] \\
 & + \left[- 2 \mathfrak{E}_p' (\mathfrak{V}_m + k \mathfrak{Q}_m + k' \mathfrak{Q}_m') \right] \\
 & \quad + \cos T \cos \mathfrak{E}_m \cos \mathfrak{E}_p \\
 & \quad - \sin T \cos \mathfrak{E}_m \sin \mathfrak{E}_p \\
 & \quad - \sin T \sin \mathfrak{E}_m \cos \mathfrak{E}_p.
 \end{aligned}$$

La transformation des produits de sinus et cosinus en sinus et cosinus de la somme ou de la différence des arguments nous donne

$$\begin{aligned}
 + \sin T \cos^2 \tilde{\epsilon} &= +\frac{1}{2} \sin T - \frac{1}{4} \sin(2\tilde{\epsilon} - T) + \frac{1}{4} \sin(2\tilde{\epsilon} + T), \\
 + \cos T \sin \tilde{\epsilon} \cos \tilde{\epsilon} &= +\frac{1}{4} \sin(2\tilde{\epsilon} - T) + \frac{1}{4} \sin(2\tilde{\epsilon} + T), \\
 - \sin T \sin^2 \tilde{\epsilon} &= -\frac{1}{2} \sin T - \frac{1}{4} \sin(2\tilde{\epsilon} - T) + \frac{1}{4} \sin(2\tilde{\epsilon} + T); \\
 \\
 + \cos T \cos^2 \tilde{\epsilon} &= +\frac{1}{2} \cos T + \frac{1}{4} \cos(2\tilde{\epsilon} - T) + \frac{1}{4} \cos(2\tilde{\epsilon} + T), \\
 - \sin T \sin \tilde{\epsilon} \cos \tilde{\epsilon} &= -\frac{1}{4} \cos(2\tilde{\epsilon} - T) + \frac{1}{4} \cos(2\tilde{\epsilon} + T), \\
 - \cos T \sin^2 \tilde{\epsilon} &= -\frac{1}{2} \cos T + \frac{1}{4} \cos(2\tilde{\epsilon} - T) + \frac{1}{4} \cos(2\tilde{\epsilon} + T); \\
 \\
 + \sin T \cos \tilde{\epsilon}_m \cos \tilde{\epsilon}_p &= +\frac{1}{4} \sin(T + \tilde{\epsilon}_m + \tilde{\epsilon}_p) + \frac{1}{4} \sin(T - \tilde{\epsilon}_m - \tilde{\epsilon}_p) \\
 &\quad + \frac{1}{4} \sin(T + \tilde{\epsilon}_m - \tilde{\epsilon}_p) + \frac{1}{4} \sin(T - \tilde{\epsilon}_m + \tilde{\epsilon}_p), \\
 + \cos T \cos \tilde{\epsilon}_m \sin \tilde{\epsilon}_p &= +\frac{1}{4} \sin(T + \tilde{\epsilon}_m + \tilde{\epsilon}_p) - \frac{1}{4} \sin(T - \tilde{\epsilon}_m - \tilde{\epsilon}_p) \\
 &\quad - \frac{1}{4} \sin(T + \tilde{\epsilon}_m - \tilde{\epsilon}_p) + \frac{1}{4} \sin(T - \tilde{\epsilon}_m + \tilde{\epsilon}_p), \\
 + \cos T \sin \tilde{\epsilon}_m \cos \tilde{\epsilon}_p &= +\frac{1}{4} \sin(T + \tilde{\epsilon}_m + \tilde{\epsilon}_p) - \frac{1}{4} \sin(T - \tilde{\epsilon}_m - \tilde{\epsilon}_p) \\
 &\quad + \frac{1}{4} \sin(T + \tilde{\epsilon}_m - \tilde{\epsilon}_p) - \frac{1}{4} \sin(T - \tilde{\epsilon}_m + \tilde{\epsilon}_p), \\
 - \sin T \sin \tilde{\epsilon}_m \sin \tilde{\epsilon}_p &= +\frac{1}{4} \sin(T + \tilde{\epsilon}_m + \tilde{\epsilon}_p) + \frac{1}{4} \sin(T - \tilde{\epsilon}_m - \tilde{\epsilon}_p) \\
 &\quad - \frac{1}{4} \sin(T + \tilde{\epsilon}_m - \tilde{\epsilon}_p) - \frac{1}{4} \sin(T - \tilde{\epsilon}_m + \tilde{\epsilon}_p); \\
 \\
 + \cos T \cos \tilde{\epsilon}_m \cos \tilde{\epsilon}_p &= +\frac{1}{4} \cos(T + \tilde{\epsilon}_m + \tilde{\epsilon}_p) + \frac{1}{4} \cos(T - \tilde{\epsilon}_m - \tilde{\epsilon}_p) \\
 &\quad + \frac{1}{4} \cos(T + \tilde{\epsilon}_m - \tilde{\epsilon}_p) + \frac{1}{4} \cos(T - \tilde{\epsilon}_m + \tilde{\epsilon}_p), \\
 - \sin T \cos \tilde{\epsilon}_m \sin \tilde{\epsilon}_p &= +\frac{1}{4} \cos(T + \tilde{\epsilon}_m + \tilde{\epsilon}_p) - \frac{1}{4} \cos(T - \tilde{\epsilon}_m - \tilde{\epsilon}_p) \\
 &\quad - \frac{1}{4} \cos(T + \tilde{\epsilon}_m - \tilde{\epsilon}_p) + \frac{1}{4} \cos(T - \tilde{\epsilon}_m + \tilde{\epsilon}_p), \\
 - \sin T \sin \tilde{\epsilon}_m \cos \tilde{\epsilon}_p &= +\frac{1}{4} \cos(T + \tilde{\epsilon}_m + \tilde{\epsilon}_p) - \frac{1}{4} \cos(T - \tilde{\epsilon}_m - \tilde{\epsilon}_p) \\
 &\quad + \frac{1}{4} \cos(T + \tilde{\epsilon}_m - \tilde{\epsilon}_p) - \frac{1}{4} \cos(T - \tilde{\epsilon}_m + \tilde{\epsilon}_p), \\
 - \cos T \sin \tilde{\epsilon}_m \sin \tilde{\epsilon}_p &= +\frac{1}{4} \cos(T + \tilde{\epsilon}_m + \tilde{\epsilon}_p) + \frac{1}{4} \cos(T - \tilde{\epsilon}_m - \tilde{\epsilon}_p) \\
 &\quad - \frac{1}{4} \cos(T + \tilde{\epsilon}_m - \tilde{\epsilon}_p) - \frac{1}{4} \cos(T - \tilde{\epsilon}_m + \tilde{\epsilon}_p).
 \end{aligned}$$

En tenant compte de ces développements, on aura de nouvelles expressions de Φ_1 et de Φ_2 : nous nous contenterons de calculer la seconde partie Φ_2 , qui est la plus générale, et dont on déduira facilement la première en donnant la même valeur aux indices m et p et en divisant tous les résultats par deux.

Posant, pour abréger l'écriture,

$$V^2 = \frac{\alpha^2}{1} \frac{d^2 I}{d\alpha^2} \cdot \mathcal{A}_m \cdot \mathcal{A}_p + \frac{\alpha\alpha'}{1} \frac{d^2 I}{d\alpha d\alpha'} (\mathcal{A}_m \cdot \mathcal{A}'_p + \mathcal{A}_p \cdot \mathcal{A}'_m) + \frac{\alpha'^2}{1} \frac{d^2 I}{d\alpha'^2} \cdot \mathcal{A}'_m \cdot \mathcal{A}'_p$$

on trouve, pour le moyen mouvement, en désignant par F'_p la valeur particulière correspondante de F ,

$$\begin{aligned} \frac{\dot{r}'}{r^2} = & + \frac{1}{4} F'_p \left\{ + V^2 + \frac{a}{I} \frac{dI}{da} [\mathfrak{L}_m(+\vartheta_p + h\mathfrak{C}_p + k\mathfrak{Q}_p + h'\mathfrak{C}'_p + k'\mathfrak{Q}'_p) \right. \\ & + \mathfrak{L}_p(+\vartheta_m + h\mathfrak{C}_m + k\mathfrak{Q}_m + h'\mathfrak{C}'_m + k'\mathfrak{Q}'_m)] \\ & + \frac{a'}{I} \frac{dI}{da'} [\mathfrak{L}'_m(+\vartheta_p + h\mathfrak{C}_p + k\mathfrak{Q}_p + h'\mathfrak{C}'_p + k'\mathfrak{Q}'_p) \\ & + \mathfrak{L}'_p(+\vartheta_m + h\mathfrak{C}_m + k\mathfrak{Q}_m + h'\mathfrak{C}'_m + k'\mathfrak{Q}'_m)] \\ & + (+\vartheta_m + h\mathfrak{C}_m + k\mathfrak{Q}_m + h'\mathfrak{C}'_m + k'\mathfrak{Q}'_m) \\ & \times (\vartheta_p + h\mathfrak{C}_p + k\mathfrak{Q}_p + h'\mathfrak{C}'_p + k'\mathfrak{Q}'_p) \\ & \left. - h\mathfrak{C}_m\mathfrak{C}_p - h'\mathfrak{C}'_m\mathfrak{C}'_p \right\} \sin(T + \mathfrak{C}_m + \mathfrak{C}_p) \\ & + \frac{1}{4} F'_p \left\{ + V^2 + \frac{a}{I} \frac{dI}{da} [\mathfrak{L}_m(-\vartheta_p + h\mathfrak{C}_p - k\mathfrak{Q}_p + h'\mathfrak{C}'_p - k'\mathfrak{Q}'_p) \right. \\ & + \mathfrak{L}_p(-\vartheta_m + h\mathfrak{C}_m - k\mathfrak{Q}_m + h'\mathfrak{C}'_m - k'\mathfrak{Q}'_m)] \\ & + \frac{a'}{I} \frac{dI}{da'} [\mathfrak{L}'_m(-\vartheta_p + h\mathfrak{C}_p - k\mathfrak{Q}_p + h'\mathfrak{C}'_p - k'\mathfrak{Q}'_p) \\ & + \mathfrak{L}'_p(-\vartheta_m + h\mathfrak{C}_m - k\mathfrak{Q}_m + h'\mathfrak{C}'_m - k'\mathfrak{Q}'_m)] \\ & + (+\vartheta_m - h\mathfrak{C}_m + k\mathfrak{Q}_m - h'\mathfrak{C}'_m + k'\mathfrak{Q}'_m) \\ & \times (\vartheta_p - h\mathfrak{C}_p + k\mathfrak{Q}_p - h'\mathfrak{C}'_p + k'\mathfrak{Q}'_p) \\ & \left. - h\mathfrak{C}_m\mathfrak{C}_p - h'\mathfrak{C}'_m\mathfrak{C}'_p \right\} \sin(T - \mathfrak{C}_m - \mathfrak{C}_p) \\ & + \frac{1}{4} F'_p \left\{ + V^2 + \frac{a}{I} \frac{dI}{da} [\mathfrak{L}_m(-\vartheta_p + h\mathfrak{C}_p - k\mathfrak{Q}_p + h'\mathfrak{C}'_p - k'\mathfrak{Q}'_p) \right. \\ & + \mathfrak{L}_p(+\vartheta_m + h\mathfrak{C}_m + k\mathfrak{Q}_m + h'\mathfrak{C}'_p + k'\mathfrak{Q}'_p)] \\ & + \frac{a'}{I} \frac{dI}{da'} [\mathfrak{L}'_m(-\vartheta_p + h\mathfrak{C}_p - k\mathfrak{Q}_p + h'\mathfrak{C}'_p - k'\mathfrak{Q}'_p) \\ & + \mathfrak{L}'_p(+\vartheta_m + h\mathfrak{C}_m + k\mathfrak{Q}_m + h'\mathfrak{C}'_p + k'\mathfrak{Q}'_p)] \\ & + (-\vartheta_m + h\mathfrak{C}_m + k\mathfrak{Q}_m + h'\mathfrak{C}'_m + k'\mathfrak{Q}'_m) \\ & \times (-\vartheta_p + h\mathfrak{C}_p - k\mathfrak{Q}_p + h'\mathfrak{C}'_p - k'\mathfrak{Q}'_p) \\ & \left. - h\mathfrak{C}_m\mathfrak{C}_p - h'\mathfrak{C}'_m\mathfrak{C}'_p \right\} \sin(T + \mathfrak{C}_m - \mathfrak{C}_p) \\ & + \frac{1}{4} F'_p \left\{ + V^2 + \frac{a}{I} \frac{dI}{da} [\mathfrak{L}_m(+\vartheta_p + h\mathfrak{C}_p + k\mathfrak{Q}_p + h'\mathfrak{C}'_p + k'\mathfrak{Q}'_p) \right. \\ & + \mathfrak{L}_p(-\vartheta_m + h\mathfrak{C}_m - k\mathfrak{Q}_m + h'\mathfrak{C}'_m - k'\mathfrak{Q}'_m)] \\ & + \frac{a'}{I} \frac{dI}{da'} [\mathfrak{L}'_m(+\vartheta_p + h\mathfrak{C}_p + k\mathfrak{Q}_p + h'\mathfrak{C}'_p + k'\mathfrak{Q}'_p) \\ & + \mathfrak{L}'_p(-\vartheta_m + h\mathfrak{C}_m - k\mathfrak{Q}_m + h'\mathfrak{C}'_m - k'\mathfrak{Q}'_m)] \\ & + (-\vartheta_m + h\mathfrak{C}_m - k\mathfrak{Q}_m + h'\mathfrak{C}'_m - k'\mathfrak{Q}'_m) \\ & \times (+\vartheta_p + h\mathfrak{C}_p + k\mathfrak{Q}_p + h'\mathfrak{C}'_p + k'\mathfrak{Q}'_p) \\ & \left. - h\mathfrak{C}_m\mathfrak{C}_p - h'\mathfrak{C}'_m\mathfrak{C}'_p \right\} \sin(T - \mathfrak{C}_m + \mathfrak{C}_p). \end{aligned}$$

Si nous posons, d'une manière générale,

$$\begin{aligned} S &= \vartheta + k\mathfrak{Q} + k'\mathfrak{Q}', \\ Z &= h\mathfrak{C} + h'\mathfrak{C}', \end{aligned}$$

le développement précédent peut s'écrire plus simplement

$$\begin{aligned} \delta_{3,1} \frac{d^2 \varphi'}{dt^2} = & + \frac{1}{4} F_{\rho'} \left\{ + V^2 + \frac{\alpha}{I} \frac{dI}{d\alpha} [\mathfrak{A}_m(\pm S_p + Z_p) \right. \\ & \quad \left. + \mathfrak{A}_p(\pm S_m + Z_m)] \right. \\ & + \frac{\alpha'}{I} \frac{dI}{d\alpha'} [\mathfrak{A}'_m(\pm S_p + Z_p) \\ & \quad \left. + \mathfrak{A}'_p(\pm S_m + Z_m)] \right. \\ & + (\pm S_m + Z_m)(\pm S_p + Z_p) \\ & \quad \left. - h \mathfrak{C}_m \mathfrak{C}_p - h' \mathfrak{C}'_m \mathfrak{C}'_p \right\} \sin(T \pm \mathfrak{C}_m \pm \mathfrak{C}_p), \end{aligned}$$

les signes de $\mathfrak{C}_m$ et de $\mathfrak{C}_p$ pouvant et devant être successivement combinés des quatre manières possibles (+ et +, — et —, + et —, — et +), ceux de S_m et de S_p étant respectivement les mêmes que ceux de $\mathfrak{C}_m$ et de $\mathfrak{C}_p$.

Cette expression s'appliquera au demi grand axe, en changeant simplement $F_{\rho'}$ en $F_{\alpha'}$; à la longitude moyenne de l'époque, en changeant $F_{\rho'}$ en $F_{\varepsilon'}$, et aussi les sinus en cosinus. Il est entendu, d'ailleurs, que les valeurs des dérivées de I par rapport à α et à α' devront toujours se rapporter à l'élément considéré.

On aura ensuite, pour l'excentricité,

$$\begin{aligned} \delta_{3,1} \frac{de'}{dt} = & + \frac{1}{4} F_{e'} \left\{ + V^2 + \frac{\alpha}{I} \frac{dI}{d\alpha} [\mathfrak{A}_m(\pm S_p + Z_p - \mathfrak{C}'_p) \right. \\ & \quad \left. + \mathfrak{A}_p(\pm S_m + Z_m - \mathfrak{C}'_m)] \right. \\ & + \frac{\alpha'}{I} \frac{dI}{d\alpha'} [\mathfrak{A}'_m(\pm S_p + Z_p - \mathfrak{C}'_p) \\ & \quad \left. + \mathfrak{A}'_p(\pm S_m + Z_m - \mathfrak{C}'_m)] \right. \\ & + (\pm S_m + Z_m - \mathfrak{C}'_m)(\pm S_p + Z_p - \mathfrak{C}'_p) \\ & \quad \left. - h \mathfrak{C}_m \mathfrak{C}_p - (h' - 1) \mathfrak{C}'_m \mathfrak{C}'_p \right\} \sin(T \pm \mathfrak{C}_m \pm \mathfrak{C}_p); \end{aligned}$$

et, pour la longitude du périhélie,

$$\begin{aligned} e' \delta_{3,1} \frac{d\varpi'}{dt} = & + \frac{1}{4} F_{\varpi'} \left\{ + V^2 + \frac{\alpha}{I} \frac{dI}{d\alpha} [\mathfrak{A}_m(\pm S_p + Z_p - 2\mathfrak{C}'_p) \right. \\ & \quad \left. + \mathfrak{A}_p(\pm S_m + Z_m - 2\mathfrak{C}'_m)] \right. \\ & + \frac{\alpha'}{I} \frac{dI}{d\alpha'} [\mathfrak{A}'_m(\pm S_p + Z_p - 2\mathfrak{C}'_p) \\ & \quad \left. + \mathfrak{A}'_p(\pm S_m + Z_m - 2\mathfrak{C}'_m)] \right. \\ & + (\pm S_m + Z_m - 2\mathfrak{C}'_m)(\pm S_p + Z_p - 2\mathfrak{C}'_p) \\ & \quad \left. - h \mathfrak{C}_m \mathfrak{C}_p - (h' - 2) \mathfrak{C}'_m \mathfrak{C}'_p \right\} \cos(T \pm \mathfrak{C}_m \pm \mathfrak{C}_p). \end{aligned}$$

(A suivre.)

OBSERVATIONS DES PLANÈTES (144), (223), (272), (275), (276), (277)
ET DE LA COMÈTE SAWERTHAL,

FAITES A L'OBSERVATOIRE DE NICE (équatorial de Gautier, de 0,38 d'ouverture);

PAR M. CHARLOIS.

les.	T. m. de Nice.	$\Delta R.$	$\Delta P.$	N. de c.	R app.	log. f. p.	P app.	log. f. p.	★
(144).									
13.	12.42.16	-0.38,57	+11. 3,9	4	17.33.58,34	1,064	114. 3.31,0	0,912	n 1
16.	12.11. 7	-1.39,24	+11.54,0	4	17.22.57,68	2,799	114. 4.21,1	0,915	n 1
(223).									
8.	11. 7. 4	-1.54,19	+ 3. 9,1	5	13.50.34,61	2,683	100.39.57,7	0,859	n 2
9.	9.13. 1	-2.30,77	+ 0.19,8	4	13.49.58,03	1,199	100.37. 8,4	0,855	n 2
(272).									
11.	9. 6.51	-0.46,68	- 1.10,2	3	9.25.37,04	1,098	69.37.52,1	0,556	n 3
12.	9.46. 0	-0.32,78	+ 2.22,3	8	9.25.50,92	1,313	69.41.24,5	0,575	n 3
13.	10. 9.20	-0.17,24	+ 6. 1,9	8	9.26. 6,45	1,402	69.45. 4,0	0,591	n 3
16.	10. 9.34	+0. 6,31	- 4.13,5	8	9.27. 0,31	1,431	69.56.21,8	0,600	n 4
(275).									
17.	9. 1.38	-0.25,01	+ 2.56,9	5	12.37.52,60	1,302	86.22. 9,7	0,761	n 5
18.	7.56.49	-1. 0,47	- 0.39,2	5	12.37.17,14	1,467	86.18.33,5	0,765	n 5
20.	10.14.24	+1. 7,42	- 4.30,1	5	12.36. 2,59	2,656	86.11.17,8	0,757	n 6
(276).									
20.	12.25.57	+0.13,91	+ 3. 5,7	5	14. 2.38,91	2,612	102. 5. 8,6	0,866	n 7
21.	9.33.10	-0.33,26	- 5.44,8	5	14. 2. 1,75	1,432	101.56.18,1	0,851	n 7
(277).									
3.	12.53.41	+2.52,49	- 3.53,6	3	13.42. 6,44	1,344	101.12.43,3	0,852	n 8
5.	10.20.15	-1.21,46	+ 9. 1,9	5	13.40.45,46	2,661	101. 4.20,8	0,861	n 9
7.	10.12.17	-2.44,29	+ 0.24,3	5	13.39.22,63	2,633	100.55.43,2	0,861	n 9
8.	11.34.56	+0.19,90	- 1.10,7	6	13.38.39,67	1,099	100.51.15,0	0,858	n 10
9.	10.13.21	-0.17,28	- 5. 5,6	6	13.38. 2,49	2,367	100.47.20,1	0,860	n 10
12.	11.12. 9	+2.41,91	+ 5.24,9	5	13.36. 7,98	1,058	100.35.16,2	0,857	n 11
15.	9.51.57	+1. 0,30	- 5.40,8	5	13.34.25,36	2,085	100.24.10,4	0,858	n 11
17.	10.26.39	+1.38,61	+ 3.19,9	5	13.33.19,81	2,853	100.17. 3,6	0,857	n 12
2.	9.35.21	+0.25,75	+ 1.23,9	6	13.27.31,17	1,016	99.36.44,2	0,852	n 13
5.	9.32. 3	-0. 4,60	- 2.45,3	8	13.27. 0,80	1,080	99.32.34,9	0,851	n 13

Dates. T. m de Nice. $\Delta R.$ $\Delta \varphi.$ N. dec. R app. log. f. p. φ app.

$\left(\begin{smallmatrix} 271 \\ 271 \end{smallmatrix} \right).$

1888.	h	m	s	m	s	h	m	s		
JUN 12.	9.58.58	—0.31.11	—8.1.4	8	13.26.34.24	1.334	99.27.18			
13.	9.25.52	—0.7.68	—0.21.7	6	13.26.35.65	1.221	99.27.2			
15.	10.30.1	—0.1.27	+0.13.7	7	13.26.42.05	1.452	99.26.53			

◀ Sawerthal.

AVRIL 17.	16.20.12	—0.11.85	—2.44.0	6	22.49.57.72	1.632 <i>n</i>	71.40.46
18.	16.23.39	+3.10.51	—5.45.2	4	22.52.41.75	1.630 <i>n</i>	70.56.36
20.	15.20.49	—3.58.38	+5.1.2	4	22.57.57.25	1.661 <i>n</i>	69.33.21
JUN 4.	13.25.6	+2.7.22	—2.46.2	5	0.31.56.61	1.757 <i>n</i>	49.0.41

Positions des étoiles de comparaison.

*	Gr.	R moy. 1888.0.	Réd. au j.	φ moy. 1888.0.	Réd. au j.	Autorité
1.	6	17.24.34.81	+2.10	113.52.30.7	—3.6	9544 Stone.
1.	6	"	+2.11	"	—3.6	Id.
2.	9	13.52.27.37	+1.43	100.36.43.6	+5.0	$\frac{1}{2}$ (Lam, 1430 + W)
2.	9	"	+1.43	"	+5.0	Id.
3.	8	9.26.23.25	+0.47	69.38.58.3	+4.0	18703 Lal. (4 obs)
3.	8	"	+0.45	"	+3.9	Id.
3.	8	"	+0.44	"	+3.8	Id.
4.	10,5	9.26.53.60	+0.40	70.0.31.6	+3.7	An., rapp. à $\frac{1}{2}$ (W, 6)
5.	8,5	12.38.16.45	+1.16	86.19.7.0	+5.8	1017 Lamont.
5.	8,5	"	+1.16	"	+5.7	Id.
6.	8	12.34.54.02	+1.15	86.15.42.2	+5.7	$\frac{1}{2}$ (Lam, 992 + R.)
7.	8	14.2.23.63	+1.37	102.1.58.4	+4.5	$\frac{1}{2}$ (Lam, 1480 + W)
7.	8	"	+1.38	"	+4.5	Id.
8.	9	13.39.12.55	+1.40	101.16.31.3	+5.6	$\frac{1}{2}$ (Lam, 1384 + W)
9.	9	13.42.5.51	+1.41	100.55.13.5	+5.4	$\frac{1}{2}$ (Lam, 1395 + W)
9.	9	"	+1.41	"	+5.4	Id.
10.	8	13.38.18.37	+1.40	100.52.20.1	+5.6	1379 Lamont.
10.	8	"	+1.40	"	+5.6	Id.
11.	8,5	13.33.23.68	+1.38	100.29.45.6	+5.7	$\left\{ \begin{array}{l} \frac{1}{2} \text{ (Lam, 1358 + W)} \\ \text{Paris).} \end{array} \right.$
11.	8,5	"	+1.38	"	+5.6	Id.
12.	"	13.31.39.84	+1.36	100.13.38.1	+5.6	25160 Lal. (2 obs. P.)
13.	6	13.27.4.15	+1.27	99.35.15.1	+5.2	$\frac{1}{2}$ (Lam, 1335 + 2 obs)
13.	6	"	+1.25	"	+5.1	Id.
13.	6	"	+1.20	"	+4.8	Id.
14.	10,5	13.26.42.14	+1.19	99.26.35.5	+4.8	Anonymous, rapp.
14.	10,5	"	+1.18	"	+4.7	"
15.	8	22.50.10.38	—0.81	71.43.20.9	+9.8	226 W

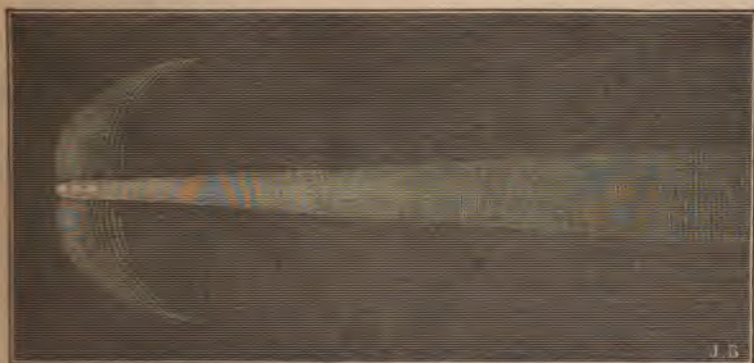
Gr.	R. moy. 1888,0. h m s	Réd. au j.	Q. moy. 1888,0.	Réd. au j.	Autorités.
7,5	22.49.32,02	-0,78	71. 2.11,4	+ 9,9	1109 Weisse ₂ , h. XXII.
7	23. 1.56,42	-0,79	69.28.10,1	+10,2	$\frac{1}{2}(W_2 1378 + W_2 1379)$.
9	0.29.49,33	+0,06	49. 3.15,0	+12,2	712 Weisse ₂ , h. O.

REMARQUES SUR LA COMÈTE SAWERTHAL.

Avril 17. — On dédouble sans difficulté le noyau; le principal, celui de l'extérieur, est de 8^e-9^e grandeur; celui de l'intérieur, de 11^e-12^e grandeur; l'angle de position de ces deux noyaux est de 250°.

Avril 20. — La comète a une queue brillante de 40' de longueur, dirigée dans l'angle de position de 264°.

Juin 4. — La tête de la comète comprend trois noyaux nettement séparés, placés en ligne droite dans la direction de la queue; le noyau intérieur est le plus faible et ne se voit que par moments. La queue, d'une longueur de 25' à 30' environ, est située dans l'angle de position de 271°. En outre, de la tête de la comète se détachent, en arcs de cercle, deux appendices nébuleux qui présente l'aspect ci-dessous.



REVUE DES PUBLICATIONS ASTRONOMIQUES.

ORMOND STONE. — ON THE ORBIT OF HYPERION (*Annals of Mathematics*, t. III, n° 6. Décembre 1887).

Dans un beau travail, communiqué à l'Académie des Sciences au mois d'août 1886, sur un cas remarquable du problème des perturba-

tions ⁽¹⁾, M. Tisserand était arrivé à cette conclusion, que les phénomènes observés dans le mouvement d'Hypérion « peuvent s'expliquer, dans leur ensemble et dans une première approximation, en admettant que l'excentricité propre d'Hypérion est nulle, ou du moins très petite, et ne considérant que l'excentricité apparente ».

Les phénomènes dont il s'agit ici avaient été mis en lumière par MM. Asaph Hall et S. Newcomb ⁽²⁾. Ils consistent dans une rotation très rapide de la ligne des apsides, qui fait rétrograder le périastre d'Hypérion de 20" par an, et dans une excentricité apparente très prononcée, voisine de 0,1; en outre, les conjonctions d'Hypérion et de Titan ont toujours lieu dans le voisinage de l'aposaturne d'Hypérion. La cause d'une pareille perturbation ne pouvait être cherchée que dans l'action de Titan, le plus gros des huit satellites de Saturne et le plus voisin d'Hypérion; la présomption était d'autant plus forte que les moyens mouvements des deux satellites sont à peu près commensurables (ils sont dans le rapport de 3:4).

M. Newcomb a essayé de rendre compte de ces faits par une théorie où l'excentricité observée est acceptée comme étant bien celle de l'orbite. Soient n, n' les moyens mouvements, l, l' les longitudes moyennes, ϖ, ϖ' les périastres de Titan et d'Hypérion, il se trouve que

$$4n' - 3n = -0^{\circ},0515 \text{ par jour} = -19'' \text{ par an,}$$

ce qui est aussi le mouvement de ϖ' . Or, $t = \frac{2\pi}{n - n'}$, étant l'intervalle de deux conjonctions, le produit $t(4n' - 3n)$ représente l'angle dont le lieu de conjonction s'est déplacé, et, cet angle étant égal au mouvement de ϖ' , il s'ensuit que les conjonctions des deux satellites ont toujours lieu dans le voisinage d'un point fixe de l'orbite mobile d'Hypérion (près de l'aposaturne). L'argument

$$V' = l' - l - \varpi'$$

ne varie guère, il est seulement affecté d'une libration et reste toujours voisin de 180°; on a dès lors

$$\frac{d\varpi'}{dt} = mn'(4,53 + 32,6 \cos V') = -28,1 mn',$$

relation qui, avec la valeur connue du mouvement $d\varpi'$, donne la masse de Titan m .

La belle théorie de M. Tisserand a jeté sur ce curieux problème un

(1) Voir aussi *Bulletin*, III, p. 475.

(2) *Bulletin*, II, p. 235.

jour tout nouveau. Elle montre que le péri saturne déterminé par les seules perturbations de Titan a un mouvement rétrograde uniforme dont la vitesse est égale à $3n - 4n' = 0^{\circ},0515$, ce qui fait à peu près 19° par an; l'excentricité apparente e'_1 est ici un coefficient qui dépend de la masse m , et, en faisant $e'_1 = 0,10$, on trouve $m = \frac{1}{10750}$.

M. Tisserand s'est contenté d'une première approximation. En désignant par θ la différence des longitudes l, l' , et supprimant désormais les accents pour Hypérion, ses formules peuvent s'écrire

$$\frac{r}{a} = 1 - 0,0004 \cos \theta - 0,0014 \cos 2\theta + 0,1000 \cos 3\theta + 0,0006 \cos 4\theta + \dots,$$

$$w = l + 10' \sin \theta + 13' \sin 2\theta - 683' \sin 3\theta - 3' \sin 4\theta - \dots$$

M. Ormond Stone, professeur à l'Université de Virginia, a entrepris de compléter cette théorie en procédant à une seconde approximation. Il commence par poser

$$\begin{aligned} \frac{r}{a} &= 1 + a_1 \cos \theta + a_2 \cos 2\theta + \dots = 1 + \sigma, \\ \frac{1}{n} \frac{dw}{dt} &= 1 + n_1 \cos \theta + n_2 \cos 2\theta + \dots = 1 + \tau, \end{aligned}$$

où r, w sont le rayon vecteur et la longitude vraie dans l'orbite d'Hypérion. Les coefficients a_3, n_3 étant de petites quantités du premier ordre, les formules de M. Tisserand montrent que $a_1, a_2, a_4, n_1, n_2, n_4$ sont du troisième ordre, et les coefficients suivants, depuis a_5, n_5 jusqu'à a_8, n_8 , pourront être considérés comme des quantités du quatrième ordre. M. Ormond Stone forme alors le produit $(1 + \sigma)^2(1 + \tau)$ en s'arrêtant aux termes du quatrième ordre, et le substitue dans l'équation différentielle

$$r^2 \frac{dw}{dt} = m' k^2 \int S r dt + C,$$

où S est la force perturbatrice perpendiculaire au rayon vecteur, et $C = k \sqrt{a(1 - v)}$. En désignant par R la force perturbatrice qui agit suivant r , on a encore l'équation

$$\frac{d^2 r}{dt^2} - r \left(\frac{dw}{dt} \right)^2 + \frac{k^2}{r^3} = m' k^2 R,$$

équation qui peut se mettre sous la forme suivante

$$\frac{d^2 \sigma}{dt^2} + \frac{k^2}{a^3} \frac{\sigma + v}{(1 + \sigma)^3} = m' \frac{k^2}{a} P,$$

où m' est la masse de Titan, et P une fonction des forces perturbatrices S , R . Comme on a d'ailleurs $\theta = (n' - n)t$, la seconde dérivée de σ ne contient, comme σ lui-même, que des cosinus des multiples de θ , et il s'ensuit que les seconds membres des deux équations différentielles pourront, à leur tour, être représentés par des séries de la forme $\Sigma S_i \cos i\theta$ et $\Sigma P_i \cos i\theta$. On obtient les coefficients S_i , P_i en calculant une série de valeurs numériques des forces perturbatrices pour des intervalles égaux de θ , depuis $\theta = 0$ jusqu'à $\theta = 180^\circ$, et en cherchant à les représenter par des formules empiriques ne contenant que des cosinus des multiples de θ . La comparaison de ces coefficients et de ceux qui affectent les mêmes cosinus dans les premiers membres des équations différentielles permet dès lors de déterminer les inconnues a_i , n_i , en considérant la masse m' comme donnée. Mais l'on peut aussi comme l'a fait M. Ormond Stone, adopter la valeur du coefficient a trouvée par M. Tisserand, et tirer m' des équations de condition. M. Ormond Stone arrive ainsi, finalement, aux expressions suivantes du rayon vecteur et de la longitude vraie d'Hypérion :

$$\frac{r}{a} = 1 - 0,0012 \cos \theta - 0,0071 \cos 2\theta + 0,1000 \cos 3\theta \\ + 0,0025 \cos 4\theta + 0,0017 \cos 5\theta + 0,0003 \cos 6\theta + 0,0002 \cos 8\theta,$$

$$\omega = l + 26' \sin \theta + 66' \sin 2\theta - 682' \sin 3\theta \\ - 15' \sin 4\theta - 5' \sin 5\theta - 1' \sin 6\theta.$$

On a, en même temps, $\log k = 1,353507$, $\log a = 0,085727$, $\log a' = 1$; puis

$$m' = \frac{1}{1370}.$$

Cette valeur de la masse de Titan est huit fois plus forte que ce obtenue par M. Tisserand. Cela tient à ce que m' se déduit d'une équation de condition dont le second membre est le produit $m'P_3$, qui a pour valeur $-0,0006$ en première et $-0,0021$ en seconde approximation tandis que la valeur du facteur P_3 passe de $-6,54$ à $-2,60$; la valeur de m' se trouve ainsi augmentée dans le rapport de 1:8.

M. Newcomb avait trouvé, par deux méthodes différentes, $m' = \frac{1}{90}$ et $m' = \frac{1}{12800}$. Mais M. Ormond Stone pense que, dans l'emploi de la seconde méthode, il y a lieu de remplacer le moyen mouvement sidéral par le moyen mouvement elliptique $(ka^{-\frac{3}{2}})$, ce qui donne $4n - 3n' = -0^\circ,55$ au lieu de $-0^\circ,0515$, et $m' = \frac{1}{1209}$, valeur qui s'accorde avec celle qui

« obtenue lui-même. M. H. Struve a trouvé $m' = \frac{1}{4678}$ par les variations séculaires des éléments de Titan et de Japet.

P. S. — M. Hill, dans un tout récent travail sur lequel nous reviendrons (*Astronomical Journal*, n° 176), trouve, par Hypérion, $m' = \frac{1}{4714}$; il ajoute que, par suite d'une erreur, le dernier nombre de M. Newcomb doit être multiplié par 3 (ce qui donne $\frac{1}{4270}$), et que M. O. Stone, lui aussi, vient de rectifier ses calculs, et s'accorde maintenant avec M. Hill.

R. R.

HERMANN STRUVE. — BEOBAHTUNGEN DER SATURNSTRABANTEN. I. Beobachtungen am 15-zölligen Refractor. (*Supplément I aux Observations de Poulkova.*) Saint-Petersbourg, 1888, in-4°, 132 pages.

L'important Mémoire de M. Hermann Struve que nous avons sous les yeux ouvre une nouvelle série de publications de l'observatoire central, qui porteront le titre de *Suppléments aux Observations de Poulkova*. On sait que les volumes des *Observations* sont destinés de préférence à la publication, plus ou moins prompte, des matériaux encombrants fournis par les observations méridiennes et par d'autres séries de longue haleine; les *Suppléments* permettront de publier plus vite des séries d'observations de moindre étendue, offrant un intérêt d'actualité, ainsi que les recherches auxquelles ces observations auront donné lieu. Les *Suppléments* de Poulkova ressembleront ainsi aux *Appendices* des *Observations* de Washington.

Le n° I renferme les observations que M. H. Struve a instituées, de 1884 à 1886, avec le réfracteur de 15 pouces, sur les satellites extérieurs de Saturne; elles sont suivies de recherches sur les orbites de ces satellites. Un autre Supplément contiendra les observations que M. Struve a commencées, depuis, sur les satellites intérieurs et sur Hypérion, avec le nouveau réfracteur de 30 pouces. Cesont toujours des comparaisons micrométriques des satellites *entre eux*, procédé de mesure qui paraît devoir donner des résultats plus sûrs que ceux qu'on obtient en comparant les satellites à la planète elle-même. Les positions relatives, ainsi déterminées, sont ensuite utilisées pour former des équations de condition qui fourniront les corrections des éléments provisoires des satellites, la masse de Saturne, etc.

Pendant les oppositions de 1884-1885 et de 1885-1886, on a donc mesuré,

au réfracteur de 15 pouces, les positions relatives des quatre satellites Japet, Titan, Rhéa, Dioné, en réservant Hypérion pour le grand réfracteur. Quelques résultats provisoires de ces recherches ont été déjà publiés en 1885 (*Bulletin*, II, p. 99). Les mesures ont été exécutées à l'aide d'un excellent micromètre de Repsold, substitué au micromètre de M. Struve depuis 1880, époque où le vieux réfracteur a subi une transformation complète, destinée à le mettre au niveau des exigences modernes. M. Struve entre dans quelques détails sur les recherches qu'il a entreprises pour obtenir la valeur d'un tour de la vis ($17^{\circ}, 604$ à 0°) et pour étudier les irrégularités du pas de cette vis, qui a été reconnue à peu près parfaite : le seul reproche qu'on puisse lui faire, c'est que la valeur du tour a été doublée (elle n'était que de $9^{\circ}, 7$ pour l'ancien micromètre de Merz); ce n'est qu'un inconvénient sans importance.

Pour comparer Japet à Titan, on a généralement mesuré des différences d'ascension droite et de déclinaison, en éclairant tour à tour le fil ou le champ. Au contraire, Titan et Rhéa, Rhéa et Dioné, ont toujours comparés par angles de position et distances, sur champ éclairé. Ces observations, convenablement corrigées et réduites, ont été ensuite employées à calculer les différences $x_1 - x_2$, $y_1 - y_2$, des coordonnées rectangulaires, qui se prêtent mieux à l'établissement des équations de condition. Ces équations renferment, en général, douze inconnues (les corrections des six éléments E, P, e , N, I, Δ des deux orbites), mais on peut aussi les réduire à onze en faisant usage de la troisième loi de Kepler. Les équations relatives à la combinaison Rhéa-Dioné ne renferment que neuf inconnues, parce qu'on a supposé $e = 0$ pour Rhéa, ce qui fait disparaître deux termes des équations de condition.

Les Tableaux des pages 34-39 montrent que les écarts entre les valeurs observées des différences $x_1 - x_2$, $y_1 - y_2$ et leurs valeurs théoriques déduites de systèmes d'éléments provisoires, sont toujours très petites. On trouve, pages 49-62, tous les détails concernant la résolution des équations et la détermination des corrections définitives des éléments des quatre satellites. Les éléments qui s'obtiennent avec le moins d'incertitude par cette méthode sont l'excentricité e et le périastre I. On se détermine plus sûrement en rapportant les satellites à la planète elle-même. Il n'en est pas moins vrai que le soin avec lequel ont été exécutées ces mesures micrométriques, ainsi que la réduction et la discussion des observations, permet d'attribuer une haute valeur aux résultats définitifs de M. H. Struve. Voici les éléments des quatre orbites tels qu'on les trouve à la page 60 du Mémoire (E, longitude moyenne à l'époque; P, longitude du périastre; e , excentricité; N, I, n , i , longitude du nœud et inclinaison par rapport à l'équateur et à l'écliptique) :

Époque de E : 1883 sept. 1, o, t. m. de Greenwich (départ de la lumière).

	Japet.		Titan.	
E.....	75° 27', 65	± 0', 33	183° 35', 12	± 0', 50
P.....	354° 22'	16', 8	273° 36'	18', 8
e.....	0,028148	114	0,029072	159
N.....	52.40', 42	0', 94	124. 8', 68	3', 94
I.....	14. 9, 96	0, 22	6.34', 69	0, 47
n.....	142. 4, 37	0, 70	168. 12, 75	0, 99
i.....	18.27, 47	0, 23	27.39, 24	0, 46
Ép. moyen. }	1855, 55		1855, 60	
Équin. » }				

	Rhéa		Dioné.	
E.....	243° 33', 34	± 0', 80	57° 36', 40	± 1', 41
P.....	.....	.....	78° 30'	150'
e.....	0,000273	430	0,003955	315
N.....	127.52', 0	6', 97	124.32', 0	12', 45
I.....	7. 3, 61	0, 78	6.59, 16	1, 35
n.....	168.11, 6	1, 73	167.40, 0	3, 06
i.....	28.18, 45	0, 81	27.58, 57	1, 43
Ép. moyen. }	1885, 68		1885, 71	
Équin. » }				

Quant aux élongations moyennes Δ , elles avaient été d'abord déduites de celle de Japet, à l'aide des moyens mouvements λ et de la troisième loi de Kepler ($\lambda_1^2 \Delta_1^3 = \lambda_2^2 \Delta_2^3$); la correction logarithmique $\frac{d\Delta}{\Delta}$ aurait dû, par conséquent, être la même pour les quatre satellites. Les deux premières combinaisons ont donné des corrections négatives, assez concordantes; mais la combinaison Rhéa-Dioné donnerait une faible correction positive. Cette dernière détermination étant beaucoup moins sûre que les deux précédentes, M. Struve l'a laissée de côté, et n'a tenu compte que des deux autres, qui, appliquées l'une à Japet et l'autre à Titan, donnent finalement

	Japet.	Titan.
Δ	514", 589 ± 0", 040	176", 651 ± 0", 024

Au reste, les équations de condition de la combinaison Rhéa-Dioné étant résolues en attribuant à l'inconnue $\frac{d\Delta}{\Delta}$ la valeur négative fournie par les deux autres combinaisons, on trouve que le résultat n'est pas modifié au delà des limites admissibles; les nouvelles corrections des

éléments de Rhéa s'accordent même un peu mieux avec celles qui tent de la combinaison Titan-Rhéa. Si l'on voulait s'en tenir à cette solution, les éléments de Rhéa et de Dioné, donnés plus haut, vraient encore les corrections suivantes :

	Rhéa.	Dioné.
dE	— 0',28	— 1',87
dP .....	.....	— 1° 47'
de .....	.....	+ 0,000126
dN	+ 13', 0	+ 17', 2
dI	+ 1,15	+ 2,56
dn	+ 0,90	— 0, 6
di	+ 1,93	+ 3,28

M. Struve développe ensuite les expressions théoriques des perturbations d'une de ces orbites, qui résultent de l'attraction du Soleil, de celle des autres satellites, ainsi que de l'aplatissement de Saturne, de la présence des anneaux, dont l'effet se confond avec celui de l'aplatissement (p. 63-74). Il s'en sert pour déterminer les éléments des quatre satellites en même temps que leurs variations annuelles. La discussion approfondie des matériaux d'observation accumulés a permis la découverte de ces corps célestes.

Pour Japet, on avait les observations de Bernard (1787), W. Herschel (1789), Bessel (1832-1837), Jacob (1856-1858), Asaph Hall (1847), et d'autres, moins importantes, dont il a déjà été question à propos des recherches de M. Asaph Hall sur l'orbite de ce satellite (*Bulletin*, III, p. 394). M. Struve ne connaissait pas encore le travail de M. L. de Ball (*Bulletin*, V, p. 53). Les observations de Bernard ne sont malheureusement connues que par la Notice qu'en a publiée Lalande, qui paraît les avoir interprétées d'une manière incorrecte. M. Struve montre qu'elles donnent de bons résultats en admettant que la lame inclinée dont se servait Bernard, au lieu d'être parallèle à la ligne des anses, comme le veut Lalande, faisait des angles égaux avec cette ligne et la direction du mouvement diurne (le changement d'environ 3°,5). Les observations de Bernard, ainsi corrigées, avec les observations de W. Herschel permettent d'établir les éléments de l'orbite pour l'époque 1788. Celles de Bessel, Jacob, A. Hall fournissent des éléments pour les époques 1834, 1858, 1876 et 1880; celles de M. de Ball pour 1885.

On trouve ainsi, premièrement, le moyen mouvement tropique

$$\lambda = 4^{\circ},5379965,$$

à quelques unités près de la sixième décimale. Les variations très s

des éléments n, i permettent de déterminer le rapport des constantes K, K' , et l'on trouve, avec une assez grande approximation, $\frac{K'}{K} = 0,750$.

M. Tisserand, se fondant sur une observation de Cassini II, avait assigné au rapport en question la limite supérieure 0,5; mais le résultat de M. Struve peut encore se concilier avec cette observation sans dépasser les bornes de l'incertitude qu'elle comporte; il est d'ailleurs confirmé par la considération du mouvement du péri saturne. M. Struve adopte, en définitive, les éléments suivants, qui se rapportent à l'équinoxe mobile :

Japet.

Époque : 1885 sept. 1, 0, t. m. Greenwich.

$$\begin{aligned} E &= 75^{\circ} 26', 4, \\ P &= 354^{\circ} 0' + 7', 9t, \\ n &= 142^{\circ} 12', 4 - 1', 48t, \\ i &= 18^{\circ} 28', 3 - 0', 54t, \\ e &= 0,02836 + 0,000015t, \\ \lambda &= 4^{\circ}, 537997. \end{aligned}$$

Pour Titan, on avait, en dehors de quelques observations anciennes (dont une de Bradley), les séries de Bessel, de Jacob, de Newcomb, A. Hall et W. Meyer. Cette longue suite d'observations ne peut être représentée d'une manière acceptable par le système d'éléments de Bessel que si l'on se décide à modifier les éléments E, P , ainsi que le moyen mouvement et le mouvement du péri saturne; il y a aussi quelques raisons de soupçonner l'existence d'une inégalité périodique du moyen mouvement. Les observations modernes montrent encore que l'inclinaison varie en même temps que la longitude du nœud; ces variations s'expliquent en grande partie par l'action perturbatrice du Soleil et de l'aplatissement de Saturne, et mieux encore en tenant compte de l'influence de Japet, dont la masse peut s'évaluer approximativement à $\frac{1}{100000}$ de la masse de Saturne (elle ne pourrait excéder le double de cette valeur). On aurait $\frac{K'}{K} = 33$, en adoptant pour l'équateur de Saturne l'inclinaison trouvée par Bessel ⁽¹⁾. Voici les éléments moyens auxquels s'arrête M. Struve (rapportés à l'équinoxe mobile 1885,6 + t) :

⁽¹⁾ Une inclinaison moindre conduirait à une valeur plus forte de K' , avec une masse plus faible de Japet.

Titan.

Époque : 1883 sept. 1, 0, t. m. Greenwich.

$$E = 183^{\circ}34', 39,$$

$$l' = 272^{\circ}48' + 31', 3t + 22', 0(\sin 2g - \sin 2g_0),$$

$$n = 167^{\circ}45', 92 + 0', 774t + 37', 75 \cos(39^{\circ}43' + 27', 0t),$$

$$i = 27^{\circ}28', 32 - 0', 006t + 17', 53 \sin(39^{\circ}43' + 27', 0t),$$

$$e = 0,029073 + 0,000186(\cos 2g_0 - \cos 2g),$$

$$\lambda = 22^{\circ}, 5770116.$$

Le moyen mouvement de Rhéa peut se déduire des observations anciennes (Cassini, Bradley, Herschel) et, avec plus de précision et de la belle série de comparaisons micrométriques de Titan et de que l'on doit à Bessel, et que M. Struve a réduites pour la première fois. Il trouve $\lambda = 79^{\circ}, 690096$. L'inclinaison et la longitude du no l'orbite de Rhéa présentent des variations périodiques qui s'expl assez bien par la théorie, à la condition de diminuer d'environ 11 clinaison de l'équateur de Saturne adoptée par Bessel ($28^{\circ}10'$). (qu'elle a été conclue de la position du plan de l'anneau; les m récentes de MM. Hall et Holden donneraient des nombres un peu rents, et ne permettent pas de trancher la question.

Pour Dioné, les matériaux sont plus rares. Une conjonction de et Rhéa, observée par W. Herschel, donne $\lambda = 131^{\circ}, 534955$. Les de ces deux satellites pourraient, à la rigueur, être considérées i circulaires; les excentricités, comme la ligne des apsides, sont à accusées.

Les variations séculaires des éléments de Japet, de Titan et de peuvent servir à nous renseigner sur l'aplatissement de Saturne, masse de l'anneau et sur celle de Titan. Elles donnent d'abord Japet, $K' = 183'', 4$; pour Titan, $K' = 1800''$; pour Rhéa, $K' = 367$. K' représente une somme de termes de la forme

$$a(k + k_1 m_1) + b m_2 + c m_3 + \dots,$$

où $m_1, m_2, \dots$ sont les masses de l'anneau et des satellites voi suffit ici d'évaluer les masses des satellites de second ordre en fr de celle de Titan, d'après leur éclat relatif (Téthys, 0,067; Dioné, Rhéa, 0,149; Japet, 0,042); l'expression de K' ne renferme plus c

que les deux inconnues ($k + k_1 m_1$) et M (masse de Titan). On trouve ainsi, par les deux premières valeurs de K' ,

$$M = \frac{1}{4678}.$$

M. Tisserand avait trouvé $M = \frac{1}{10000}$ par la théorie de Japet; mais cette détermination ne repose que sur l'observation de Cassini. Il est vrai que M. Newcomb⁽¹⁾ était arrivé, par la théorie d'Hypérion, à deux nombres qui ne s'éloignent pas beaucoup du précédent ($\frac{1}{9000}$ et $\frac{1}{12800}$); mais il paraît que ces nombres ont besoin d'être rectifiés, tandis que les récentes recherches de M. Hill⁽²⁾ confirment entièrement la détermination de M. Struve. En l'acceptant, il faut attribuer à Titan une densité au moins quatre fois plus grande que celle de la planète, car son diamètre apparent est certainement toujours inférieur à $0'',75$, tandis que, à densité égale, ce diamètre serait, en moyenne, égal à $1''$.

Les deux équations de condition qui fournissent la valeur de M donnent encore

$$k + k_1 m_1 = 0,0223 \cdot \rho_0^2,$$

où ρ_0 est le rayon équatorial du sphéroïde de Saturne. Le coefficient k dépend de l'aplatissement et de quelques autres données; k_1 dépend des dimensions de l'anneau. Pour déduire de cette relation la valeur de m_1 (masse de l'anneau), il faut, avant tout, connaître l'aplatissement et le rayon ρ_0 ; mais le peu d'accord que présentent les nombreuses déterminations de ces deux éléments permet seulement d'assigner une limite supérieure de m_1 , à savoir $\frac{1}{314}$; avec les nombres de Bessel on trouverait $m_1 = \frac{1}{1000}$. En tout cas, l'influence perturbatrice de l'anneau est bien moindre que celle de l'aplatissement⁽³⁾.

Pour la masse de Saturne, les elongations de Titan et de Japet ont donné à M. Struve les deux valeurs $\frac{1}{3496}$ et $\frac{1}{3500}$, en moyenne $\frac{1}{3498}$. C'est presque le nombre de Bessel ($\frac{1}{3502}$). Ce dernier nombre, d'après M. Struve, comporterait deux petites corrections dont l'effet se compense de telle sorte que le résultat reste le même. M. L. de Ball a trouvé, de son côté, un nombre peu différent ($\frac{1}{3493}$). Il semble donc que les récentes déterminations de M. Asaph Hall, qui a trouvé 3481 par Japet, et des nombres compris entre 3450 et 3480 par Titan, Rhéa, Dioné et Téthys,

⁽¹⁾ *Bulletin*, II, p. 235.

⁽²⁾ Voir plus haut, p. 351.

⁽³⁾ L'extension des anneaux, soupçonnée par dom Lamey, pourrait cependant compliquer ces effets.

ne suffisent pas pour ébranler la confiance qu'inspire encore le nombre de Bessel; elles s'expliqueront peut-être par une erreur du tour de la vis. C'est une hypothèse que justifient d'autres recherches, récemment exécutées au sujet du réfracteur de Washington.

Le Mémoire de M. H. Struve se termine par un Appendice où l'on trouve la discussion d'une série de mesures micrométriques de Bessel et de diverses observations des satellites de Saturne, faites par W. Herschel en 1789 et 1791. Son travail révèle un astronome également familiarisé avec la pratique des instruments et avec les théories les plus délicates, et qui continue dignement les traditions d'une illustre lignée de savants.

R. RADAU.

J.-J. ASTRAND. — MINDRE AFHANDLINGER. — II. Om en Auxiliærtabel til Løsning af Kepler's Problem. Bergen, 1887; in-4°.

Dans ce Mémoire, qui est accompagné d'une Planche, M. Astrand, directeur de l'observatoire de Bergen, donne quelques renseignements préliminaires sur les Tables qu'il a construites en vue de faciliter la solution du problème de Kepler, et qu'il compte publier prochainement. Ces Tables fournissent les valeurs de l'anomalie excentrique E , calculées aux centièmes de degré près, pour tous les degrés entiers de l'anomalie moyenne, depuis $M = 0$ jusqu'à $M = 180^\circ$, et pour tous les centièmes de l'excentricité, depuis $e = 0$ jusqu'à $e = 1$; elles sont plus complètes que les Tables de Dobereck (*Astronomische Nachrichten*, n° 2202). La petite Table I qui accompagne le Mémoire donne les valeurs de E , aux millièmes de degré près, pour $e = 0,99$ et $e = 1,00$. Pour la première approximation, M. Astrand a employé, soit une sinusoïde, soit un diagramme à lignes droites, identique à celui dont j'ai donné un spécimen ici-même en 1884 (*Bulletin*, I, p. 383). Voir aussi *Copernicus*, t. III, n° 32 (1883).

Ayant pris dans la Table principale la valeur approchée E_1 de l'anomalie excentrique qui correspond aux arguments donnés e , M , on calcule d'abord la différence $\Delta M = M + e \sin E_1 - E_1$, puis on trouve la correction ΔE à l'aide de la formule différentielle

$$\Delta E = \frac{\Delta M}{1 - e \cos E_1},$$

ou bien, au besoin, à l'aide de la formule plus rigoureuse

$$\Delta E = \frac{\Delta M}{1 - e \cos (E_1 + \frac{1}{2} f \Delta M)},$$

où f représente le facteur $\frac{1}{1 - e \cos E}$, que M. Astrand a égalemen

réduit en Tables. La Table II le donne de 5° en 5° pour l'argument E , et de 0,05 en 0,05 pour l'argument e . Deux exemples montrent l'approximation qu'on obtient ainsi du premier coup.

R.

Darwin (G.-H.). — *Tides* (28 pages, in-4°).

Nous avons sous les yeux l'article sur les *Marées* de la nouvelle édition de l'*Encyclopædia britannica*. C'est un résumé substantiel, dû à M. G.-H. Darwin, l'un des hommes les plus compétents, sans aucun doute, dans la question.

Peut-être paraîtra-t-il utile de présenter aux lecteurs français une traduction de cette monographie, de même que l'article correspondant de la précédente édition de l'*Encyclopædia*, *Tides and Waves*, de M. Airy, fut traduit dans le *Journal de Mathématiques* de Liouville par M. Guieysse. Pour le moment, contentons-nous de donner un extrait de la Table des matières.

CHAP. I. — *Sur la nature des marées.*

Définition d'une marée. Description générale des phénomènes des marées.

Explication générale de la cause des marées. Esquisse historique.

CHAP. II. — *Forces produisant les marées.*

Recherche du potentiel des forces engendrant les marées. Surface de niveau.

Développement du potentiel en série. Correction à la théorie statique des marées par suite de la présence des continents.

CHAP. III. — *Théorie dynamique des marées.*

L'auteur dit qu'il a donné plus de développement à ce Chapitre qu'aux autres, à cause des difficultés de l'analyse de Laplace, critiquée par Airy (*Tides and Waves*) et justifiée par Sir W. Thomson. C'est d'après les travaux de l'éminent physicien (*Philosophical Magazine*, 1875) que M. Darwin expose la théorie dynamique des marées.

Équations du mouvement. Oscillations de différentes espèces. Marées diurne et semi-diurne. Marées à longue période dans un océan de profondeur constante. Stabilité de l'océan. Précession et nutation. Quelques phénomènes des marées dans les rivières.

CHAP. IV, V et VI. — *Analyse harmonique; méthode synthétique; marégraphes et prédiction des marées.*

CHAP. VII. — *Mouvement de l'onde de marée; courbes d'égale marée.*

CHAP. VIII. — *Déformation par les marées de la croûte terrestre.*

Il s'agit dans ce Chapitre de questions intéressantes étudiées récemment par Sir W. Thomson et M. Darwin. La Terre est considérée successivement comme un globe élastique ou visqueux.

CHAP. IX et X. — *Frottement des marées (tidal friction).*

Ces deux Chapitres résument les dernières recherches de M. Darwin sur le rôle du frottement des marées dans l'évolution du système solaire, dans le ralentissement du mouvement de la Terre...

Darwin (G.-II.). — On figures of equilibrium of rotating masses of fluid (extrait du t. 178 des *Philosophical Transactions*, p. 379-428).

Le *Bulletin* a présenté à ses lecteurs (t. IV, p. 524) l'analyse que M. Darwin a donnée lui-même de son travail dans les *Proceedings of the royal Society*. Nous y reviendrons peut-être plus tard.

Davison (Ch.), Darwin (G.-II.). — Sur la distribution des tensions dans la croûte de la Terre résultant du refroidissement séculaire (*ibid.*, p. 231-249).

Ce travail est basé sur les résultats de Sir W. Thomson et de M. Darwin concernant la rigidité de la Terre, la recherche de Sir W. Thomson relative au refroidissement séculaire de la Terre, et enfin la belle théorie de l'évolution des montagnes fondée sur la contraction du globe, théorie que les recherches précédentes justifient. L'objet du travail est de déterminer, dans un globe solide, la distribution des tensions résultant d'un refroidissement séculaire, et d'examiner les effets que cette distribution doit avoir sur la forme des traits principaux de la surface terrestre.

Dans la première Partie, la Terre est supposée limitée par une surface sphérique et composée d'une infinité de couches sphériques. Dans la dernière Partie, on considère l'effet des inégalités de la surface de la Terre sur les résultats obtenus. On examine en passant l'argument du Rév. Osmond Fisher contre la théorie de la contraction. (Le Rév. Fisher conclut que, si l'on tient compte des continents et des bassins océaniques, il y a des inégalités trop grandes pour qu'on puisse les assimiler à celles qu'éprouverait un globe solide par une compression due à la contraction par refroidissement.)

M. Darwin a ajouté quelques pages au travail de M. Davison, en vue de compléter ce qu'il appelle un important chapitre de Mécanique géologique. Pour lui, les failles qui ont dû se produire dans les couches à

quelques kilomètres au-dessous de la surface ont donné lieu à une injection des matériaux inférieurs. Les conséquences de la théorie de M. Davison sont parfaitement d'accord avec l'observation.

Lehmann-Filhès (D^r R.). — Die Bestimmung von Meteorbahnen nebst verwandten Aufgaben. Berlin, G. Reimer, 64 p. in-4°.

L'ouvrage du D^r Lehmann-Filhès date de quelques années, mais nous croyons faire une chose utile en le signalant aux lecteurs du *Bulletin*. L'Astronomie météorique ne paraît pas encore cultivée comme elle le mérite, et cependant les connaissances préparatoires et les instruments qu'elle demande sont des plus simples. L'ouvrage du D^r Lehmann-Filhès, publié sous le haut patronage de l'Académie des Sciences de Berlin, facilite dans une large mesure les calculs à faire pour tirer de l'observation des points radiants des conséquences intéressantes. Il faut noter que l'auteur a complété le calcul des éléments d'un courant météorique, en évaluant l'influence des erreurs des coordonnées du point radiant sur les éléments.

Sommaire des paragraphes.

Mouvement absolu et relatif des météores.

Détermination de l'orbite (orbites paraboliques et elliptiques).

Problème réciproque ou détermination du point radiant lorsqu'on donne les éléments. Ce problème a été considéré d'abord par M. E. Weiss, Directeur de l'observatoire de Vienne.

Comparaison des orbites de météores et des orbites cométaires. Comparaison des points radiants.

Les Tables auxiliaires occupent 26 pages. De nombreux exemples numériques se trouvent aussi mêlés au texte.

THERMODYNAMIQUE DE L'ATMOSPHÈRE.

Dans la séance du 18 mai de la Société de Physique de Berlin, le Professeur von Bezold a donné un résumé d'un travail lu récemment à l'Académie de Berlin sur la Thermodynamique de l'atmosphère.

La Météorologie a tiré un bénéfice considérable de l'application de la Thermodynamique aux phénomènes atmosphériques; mais jusqu'à ce moment toutes les recherches ont été limitées aux transformations adiabatiques et réversibles. En fait, les transformations qui s'opèrent dans l'atmosphère ne sont ni adiabatiques ni réversibles, puisque, quand l'air est refroidi, la vapeur d'eau se condense, et l'eau ainsi formée tombe sous forme de pluie, de grêle ou de neige. Vu la complication des faits,

Professeur von Bezold n'a pu appliquer la Thermodynamique aux

phénomènes qui se passent réellement dans l'atmosphère qu'en recourant à un artifice consistant dans l'usage d'une méthode graphique analogue à celle de Clapeyron.

En supposant d'abord l'air sec, deux variables et une représentation plane suffisent pour définir son état. La quantité variable de la vapeur d'eau dans l'air est alors traitée comme une nouvelle variable correspondant à la troisième coordonnée. Les transformations successives du mélange d'air et de vapeur aqueuse se trouvent représentées par des espèces de courbes de niveau, les cotes étant remplacées par les quantités de vapeur condensée. De cette manière, il devient possible de traiter les transformations non réversibles ou pseudo-adiabatiques suivant les lois de la Thermodynamique. On peut ainsi montrer que, dans le cas du föhn et des cyclones, aussi bien que pour les anticyclones, qui ne sont pas des transformations réversibles mais renversées, les considérations théoriques conduisent à des résultats que l'expérience confirme. Ainsi, d'après la théorie, dans un anticyclone qui arrive en hiver, il y aurait une élévation de température à une certaine altitude, fait qui est maintenant observé dans toutes les stations météorologiques à grande hauteur (*Nature*, n° 971).

O. C.

Correspondance.

Aux Éditeurs du Bulletin astronomique.

Messieurs,

L'observatoire Lick, qui a été construit sous la direction des *Lick Trustees* (Cap. R.-S. Floyd, Président; Thomas-E. Fraser, architecte), est enfin terminé et a été remis aujourd'hui (1^{er} juin 1888) aux Régents de l'Université de Californie.

Tous les obstacles, inévitables ou que l'on peut écarter, ont été surmontés. Cela a demandé de la science, de l'habileté, de la patience, du temps et de l'argent, mais c'est fini. Les instruments sont tous en place et prêts à fonctionner, y compris le grand équatorial.

Tous les objectifs importants de l'observatoire ont été faits par Alvan Clark et fils et déclarés satisfaisants par des juges compétents, les Professeurs Newcomb et M. Young entre autres.

La monture de la grande lunette est l'œuvre de Warner et Swasey, de Cleveland. Elle a été pareillement examinée par des juges compétents (le Professeur Newcomb et M. Burnham entre autres) et déclarée satisfaisante à tous égards.

Les parties mobiles du dôme de 75 pieds ont été construites par la

Société des Constructions en fer de San-Francisco, et cette partie du dôme est aussi un succès complet. La coupole peut tourner de 360° en neuf minutes.

Le plancher mobile inventé par Sir Howard Grubb a été adopté ici pour la première fois. Il a 61 pieds de diamètre et a été élevé à une hauteur de 16 $\frac{1}{2}$ pieds en neuf minutes, dans les premiers essais, au moyen de quatre propulseurs hydrauliques. Ils viennent d'être complétés. Toutes les épreuves préliminaires indiquent que cette partie du travail sera aussi tout à fait réussie.

L'observatoire commence ce soir son rôle actif.

Le personnel astronomique se compose de :

MM.

EDWARD.-S. HOLDEN, Directeur et astronome,

S.-W. BURNHAM, astronome,

J.-M. SCHAEPPERLE, »

J.-E. KEELER, »

E.-E. BARNARD, »

C.-B. HILL, assistant, secrétaire et bibliothécaire.

Les travaux déjà accomplis par ces astronomes promettent que les instruments ne seront pas oisifs. L'observatoire a été fondé pour favoriser les recherches scientifiques. Il reçoit aussi des étudiants spéciaux de l'Université de Californie dont il dépend.

Les visiteurs sont aussi admis pendant les heures de bureau, chaque jour, et le samedi soir (seulement) de 7^h à 10^h.

Les Régents de l'Université de Californie ont assuré l'avenir de l'observatoire avec libéralité et intelligence.

L'idée originale de M. Lick est maintenant réalisée d'une manière pratique. Les résultats des observations astronomiques exécutées ici transmettront son nom à la postérité.

Edward HOLDEN.

MONTHLY NOTICES.

T. XLVIII, n° 7; mai 1888.

ité pour les éclipses totales de Soleil.

Le Conseil de la Société royale astronomique a choisi ce Comité, à un double but :

• Se mettre en communication avec toutes les personnes désireuses d'observer des éclipses de Soleil;

2° Devenir un centre d'information pour les futurs observateurs.

Hind (J.-R.). — Note sur l'éclipse totale de Soleil du 21-22 décembre 1889.

Bien que la portion de la ligne centrale où la totalité est le plus longue se trouve dans l'Atlantique, des observations peuvent être faites utilement dans les trois points suivants :

Localité	Durée de la phase totale.	Hauteur $\odot$.
	m s	°
Trinité (pointe Sud).....	1.46	12
Cayenne (Guyane).....	2. 3	24
Afrique : 13°20' E, 9°42' S.....	3.12	46

Une mission française pourrait être chargée de l'observation de l'éclipse à Cayenne.

Adams (J.-C.). — Remarques sur la *Théorie numérique de la Lune* de Sir George Airy.

M. Airy est parti de l'expression analytique de la parallaxe, ou de l'inverse du rayon vecteur, donnée par Delaunay. Mais, comme les développements dans ce cas ont été limités par Delaunay aux termes du cinquième ordre, on conçoit que les corrections à déterminer soient considérables. En fait, les coefficients des inégalités dus à M. Adams diffèrent parfois des nombres de Delaunay de 300 ou 400 unités de la 7^e décimale, ainsi que M. Radau l'avait indiqué (*Bulletin*, IV, p. 276 et 383). M. Adams ajoute quelques remarques critiques relativement à un coefficient désigné par M dans la *Théorie numérique de la Lune*.

Downing (A.-M.-W.). — Positions pour 1750,0 et mouvements propres de 154 étoiles australes, au sud du parallèle de 29°, déduits de la réduction révisée des *Astronomiæ Fundamenta* de Lacaille, par Powalky (12 pages).

Dans le Rapport du directeur du *Coast and geodetic Survey*, pour 1882 (*Bulletin*, II, p. 94), le défunt Dr Powalky a publié une nouvelle réduction des observations de Lacaille, faites au cap de Bonne-Espérance et à Paris, entre 1749 et 1757, qui sont contenues dans les *Fundamenta Astronomiæ*; en outre, une comparaison des résultats avec

de *Fundamenta* de Bradley-Bessel; enfin un Catalogue des positions de 10 étoiles australes, comprises entre -30° et le pôle, pour les époques 1810 et 1830. Le Catalogue de Powalky dépend ainsi des positions d'étoiles données par Bessel en réduisant les observations de Bradley.

Le travail important de M. Downing a consisté à corriger les positions données par Powalky, en prenant pour base la nouvelle réduction des observations de Bradley par M. Auwers. La comparaison des positions corrigées avec la moyenne pour l'époque 1875 du Catalogue du Cap (Cape) et du Catalogue général de la République Argentine (Gould) a été conduite à la détermination des mouvements propres.

Notes (J.-A.-C.). — Condition pour que la valeur du tour d'un micromètre à double image soit indépendante de l'accommodation des yeux.

On a plus loin le compte rendu de la séance de la Société royale astronomique.

Notes (A.-C.). — Sur un moyen simple pour contrôler électriquement le mouvement d'horlogerie d'un équatorial (avec figures).

Un auteur a cherché à combiner les dispositions décrites antérieurement par Lord Crawford, le Dr Gill, M. Common, ainsi que les récents perfectionnements dus à Sir Howard Grubb.

(E.). — Occultations d'étoiles observées pendant l'éclipse lunaire du 28 janvier.

Immersions et émergences.

Notes (John). — Occultation de Vénus par la Lune, le 9 mars.

Le *terminateur* de la planète a été noté en contact avec le bord de la Lune à $17^{\text{h}}34^{\text{m}}21^{\text{s}},3$, temps local; mais, à l'étonnement de M. Tebb, la portion illuminée du disque de la planète, au lieu de disparaître, avança graduellement sur le disque lunaire jusqu'à la moitié; subitement, à $17^{\text{h}}34^{\text{m}}43^{\text{s}},8$, la portion projetée disparut, et la planète prit une forme demi-circulaire ayant le bord de la Lune comme diamètre. La disparition totale de la planète se produisit à $17^{\text{h}}34^{\text{m}}57^{\text{s}},7$.

Il y avait un contraste remarquable entre l'éclat de la planète et celui bien inférieur de la Lune.

L'émergence a été encore plus intéressante. Le terminateur de la planète se projeta subitement comme une raie brillante dans le champ du télescope; le dernier contact des bords fut noté 26^h, 2 plus tard.

Maunder (E.-W.). — Spectre de la comète α 1888 (Schaeberle).

Les observations ont été difficiles, à cause du mauvais temps. Le spectre paraît continu et se termine assez brusquement vers la raie D (3 mai). Le 10 et le 19 avril, la bande verte ordinaire aux comètes a été constatée, et, par une expérience directe, sa coïncidence avec la raie du spectre d'un bec de Bunsen.

Observations de la planète Sapho et de la comète Sawyerthal.

O. C.

THE OBSERVATORY.

T. XI, juin 1888.

Séance de la Société royale astronomique du 11 mai.

M. Knobel, l'un des secrétaires, présente à la Société une Note Prof. Oudemans, d'Utrecht, *Sur la condition pour que la valeur du tour de vis d'un micromètre à double image soit indépendante de l'accommodation des yeux*. Il est démontré mathématiquement que pour les dimensions indiquées par Valz et adoptées par Sir G. A. (*Monthly Notices*, t. X, p. 161), la valeur du tour de vis est indépendante de l'accommodation des yeux.

M. Christie considère ce résultat comme important. Les études entreprises au micromètre à double image (KAISER, *Observations de Ley*) avaient laissé de côté cette intéressante question. M. Christie veut qu'on s'occupât davantage, en Optique, de l'ajustement des oculaires aux yeux des différentes sortes.

M. Crossley donne des détails sur le réflecteur en verre argenté 3 pieds d'ouverture, installé d'abord à Ealing par Common. L'instrument est aujourd'hui en la possession de M. Crossley, à Halifax. Le besoin de protéger davantage, ainsi que l'observateur, a conduit à modifier les premiers plans de M. Common; on a suivi à peu près ce qui a été fait à Greenwich pour le télescope de Lassell. Cette Communication donna naissance à plusieurs remarques relatives aux coupoles et à la mai-

d'éviter l'introduction de la neige et les dépôts de rosée quand les deux températures intérieure et extérieure diffèrent sensiblement. M. Turner trouve que de grands progrès paraissent avoir été réalisés par MM. Cooke et Fils ainsi que d'autres dans la construction des coupôles. L'année passée, il a vu à Poulkova la coupole du grand réfracteur. Elle paraît très lourde en comparaison et n'est pas bien étanche. Le Prof. Herschel vante beaucoup un système de monture qui serait dû à M. Berthon. Ce système revient à terminer l'axe polaire par une fourchette dont les deux extrémités reçoivent l'axe perpendiculaire au tube et passant par son centre. Une pareille disposition est stable et économique. Quant à la ventilation des salles, tout le monde est d'accord pour préconiser le chauffage artificiel (eau chaude ou air chaud), si l'humidité est à redouter; c'est parfois une nécessité avec le dégel, et il n'en résulte pas d'inconvénient si les observations se font après un certain intervalle de temps.

M. Common suggère qu'on pourrait substituer à une coupole une portion de coupole, ce qui serait très pratique, remarque le président, et sauverait plusieurs difficultés; l'abri serait composé d'une partie plane et d'une portion de coupole pour loger le tube.

Ces détails sont de nature à intéresser les astronomes amateurs désireux de se munir d'un télescope et de l'établir de la manière la plus économique.

Le colonel Tupman lit un travail de M. Thackeray, ayant pour titre : *Discussion des observations de distances polaires de Greenwich relativement à la position de l'écliptique et à une variation annuelle dans la valeur de la colatitude*. Le thermomètre employé pendant les observations différant parfois de 4° ou 5° des étalons météorologiques, M. Thackeray s'est d'abord proposé de reprendre la discussion des corrections moyennes du Soleil et de l'écliptique avec les températures fournies par les instruments météorologiques. L'équinoxe et l'obliquité ont été trouvés les mêmes, mais la distance polaire moyenne du Soleil a besoin d'une correction de $-0^{\circ},23$, tandis que la discussion antérieure donnait $+0^{\circ},22$ pour cette quantité, les observations s'étendant de 1877 à 1886.

Ensuite M. Thackeray a réuni toutes les observations de la Polaire de 1851 à 1858 et de 1877 à 1886. Groupées par mois ou suivant la température moyenne, ces observations montrent nettement une variation apparente annuelle dans la colatitude; l'amplitude de la variation est très sensible et atteint $0^{\circ},7$. Nous réunissons dans le Tableau ci-après les chiffres de M. Thackeray et ceux que M. Gaillot a naguère publiés dans les *Comptes rendus* (t. LXXXVII, p. 686), à l'occasion d'une étude analogue faite sur de nombreuses observations au cercle de Gambey, de 1856 à 1861 :

*Greenwich, 1851-58; 1877-86.**Paris, 1856-61.*

Température.	Écarts.	Mois.	Écarts.
— 3,9.....	— 0,20	Janvier.....	— 0,23
— 1,1.....	— 0,14	Février.....	— 0,06
+ 1,1.....	— 0,14	Mars.....	— 0,03
+ 3,3.....	— 0,18	Avril.....	+ 0,10
+ 5,6.....	— 0,21	Mai.....	+ 0,16
+ 7,8.....	— 0,09	Juin.....	+ 0,25
+ 10,0.....	— 0,08	Juillet.....	+ 0,25
+ 12,2.....	— 0,04	Août.....	+ 0,16
+ 14,4.....	+ 0,06	Septembre ...	+ 0,13
+ 16,7.....	+ 0,16	Octobre.....	— 0,07
+ 19,4.....	+ 0,30	Novembre.....	— 0,11
+ 23,3.....	+ 0,52	Décembre.....	— 0,27

M. Stone, qui s'est beaucoup occupé de la réfraction (*Monthly Notices*, 1880), entre dans quelques détails et parle de ce qui a été fait naguère à Greenwich et s'exécute maintenant au Cap. Il n'est pas parais-
 san de changer fréquemment l'exposition des thermomètres. En principe, on doit avoir surtout égard à la température des dernières couches d'air dans la salle d'observation. La grandeur de la variation annuelle de la colatitude à Greenwich lui paraît très digne d'attention.

Le général Tennant est d'avis que les procédés actuels ne donnent pas la température d'une manière précise; il faudrait un appareil mobile comme un thermomètre à fronde. Il y a aussi la question de l'horizontalité des couches d'air.

Le président dit que la difficulté, c'est d'avoir la température avec le thermomètre placé au Nord lorsqu'on observe au Sud. Peu importe pour les observations de nuit; mais, le jour, on a certainement une température trop basse. Pour les observations de la Polaire et des étoiles au Nord, on conserve encore le thermomètre extérieur ordinaire, ainsi que pour toutes les observations faites la nuit.

Il est très désirable d'avoir des comparaisons entre des thermomètres différemment exposés. On a comparé le thermomètre au Nord et un autre placé au Sud, pour les observations de jour, avec d'autres thermomètres suspendus dans les trappes du cercle méridien, pour voir si les couches d'égale température de la salle sont horizontales ou courbées. En somme, la question est délicate, et il serait bon que les astronomes devinssent météorologistes s'ils veulent avoir des distances polaires précises. Tout d'abord, il convient d'élargir les ouvertures et d'égaliser les températures extérieure et intérieure.

M. Downing dit qu'une variation annuelle affecte d'une manière ana-

logue toutes les observations de distances zénithales qu'il a examinées, excepté peut-être celles de Poulkova. Et là, on se sert d'une Table de réfraction construite spécialement pour l'observatoire, ce qui devrait avoir lieu dans tous ceux qui font profession de donner des résultats indépendants.

M. Thackeray explique qu'il a voulu simplement montrer quelle sorte d'effet un thermomètre placé dans un endroit ou un autre pouvait avoir sur des astres comme le Soleil ou l'étoile polaire, qui sont observés toute l'année. Dans le cas du Soleil, la différence des lectures entre les étalons météorologiques et le thermomètre ordinaire employé dans les réductions conduit à une correction moyenne d'environ $0^{\circ},3$; mais, pour l'étoile polaire, cette correction moyenne est seulement $0^{\circ},02$, tandis que les corrections mensuelles sont comprises entre $+0^{\circ},3$ et $-0^{\circ},1$. La conclusion à tirer de là, c'est que la position d'une étoile observée à toutes les heures pendant l'année ne dépend pas en fait de la place du thermomètre avec lequel la réfraction a été calculée, mais que la position d'un astre observé à certains moments du jour ou de l'année peut très bien se ressentir de l'écart des thermomètres. La cause de la variation annuelle de la colatitude ne peut être précisée pour le moment.

En terminant, M. Thackeray montre que la plus grande partie des discordances entre le *Catalogue du Cap* (1880) et le *Nautical Almanac* s'expliquent par la variation annuelle dépendant de la température.

M. Ranyard a communiqué une Note sur un moyen de contrôler électriquement le mouvement d'horlogerie d'un équatorial; il en a été question plus haut, dans l'analyse des *Monthly Notices*.

Elger (T.-G.). — Notes sélénographiques. Aristillus et Autolycus.

Maunder (E.-W.). — La classification des corps célestes d'après M. Lockyer.

La théorie que M. Lockyer a présentée, le 17 novembre dernier, à la séance de la Société royale, relativement à l'origine et à la constitution météorique des corps célestes (*Bulletin*, V, p. 130), a reçu un nouveau et important développement dans sa *Bakerian Lecture*, du 12 avril, sous le titre de *Suggestions sur la classification des différentes espèces de corps célestes*. M. Maunder dit qu'en résumé la nouvelle classification a pour principe de distinguer les corps ayant, selon toute probabilité, des températures croissantes de ceux dont la température décroît; la théorie de M. Lockyer répond ainsi à l'objection faite souvent aux classifications de Secchi et Vogel, dans lesquelles on parle seulement de la décroissance des étoiles.

Pour M. Maunder, juge compétent dont nous regrettons de ne pouvoir reproduire l'article *in extenso*, la nouvelle classification de M. Lockyer qui considère 7 groupes, est un progrès notable sur les classifications précédentes; elle repose, il est vrai, sur une théorie météorique qui le caractère d'une hypothèse à étudier (*working hypothesis*), mais son mérite est de donner un point de départ et une direction, sans doute féconde, aux études de physique stellaire.

Correspondance.

Johnson (S.-J.). — Queue de la comète Sawerthal.

Lynn (W.-T.). — Comète d'Encke.

Détails sur les premières observations de cette comète.

Johnson (S.-J.). — Appulse de Jupiter et de β Scorpion, les 19 et 20 mai.

Observatoires. — Publications.

L'*observatoire Lick*, du mont Hamilton, a publié récemment un premier volume de 312 pages in-4°, avec figures, dans lequel on trouve réunis différents rapports préliminaires (de M. Newcomb, sur les verres pour les objectifs; de M. Burnham, sur le climat du mont Hamilton; de M. Jackson, sur la nature géologique de la montagne etc.), les observations des passages de Mercure et de Vénus en 1881 et 1882, les étoiles doubles découvertes par M. Burnham en 1879 et 1881, ..., surtout des Notices détaillées sur les instruments, et, pour finir, des Tables de réduction.

On a vu plus haut, à la Correspondance, que le rôle actif de l'observatoire Lick a commencé le 1^{er} juin. Nous suivrons avec un vif intérêt les travaux des astronomes éminents de l'observatoire du mont Hamilton.

Le tome XII des *Observations de Poulkova* vient de paraître; il sera suivi bientôt du tome XIV (*Bulletin*, V, p. 150). Les premiers volumes de cette belle série contiennent, on le sait, les observations faites à la lunette méridienne et les observations de distances zénithales qui ont servi à former le Catalogue fondamental pour l'époque 1845,0. Les tomes XI-XIV sont pareillement consacrés aux observations sur lesquelles repose le Catalogue fondamental pour 1865,0.

Les observations d'ascension droite sont uniquement dues à M. Wagner; les distances zénithales ont été mesurées par M. Nyrén. Les étoiles du présent Catalogue, de la 4^e grandeur ou au-dessous, jusqu'à -15° de déclinaison, sont au nombre de 381. Les observations ont été effectuées de 1861 à 1872.

Catalogue de zones de Cincinnati. — M. Porter, Directeur, a publié les résultats des observations faites, de 1885 à 1887, avec un petit instrument des passages de 3 pouces. Pour une partie seulement du travail, il a été aidé par M. H.-C. Wilson. Les étoiles sont au nombre de 4050, jusqu'à 8^m,5, comprises entre $-18^{\circ}50'$ et $-22^{\circ}20'$; presque toutes ont été observées trois fois. Les erreurs probables d'une observation isolée sont respectivement $\pm 0^{\circ},123$ et $\pm 1^{\circ},84$.

Au Catalogue sont ajoutées de nombreuses références. Un Appendice renferme une étude des mouvements propres de 75 étoiles; 5 ou 6 seulement paraissent déjà connus.

Rapport annuel du Bureau royal météorologique.

L'œuvre la plus considérable du Bureau concerne la météorologie de l'Océan. Depuis 1882, on poursuit la représentation à l'aide de doubles Cartes, d'une part de la pression atmosphérique et du vent, d'autre part des températures de l'air et de l'eau, du temps, pluie, etc.

Notes.

Eclipse solaire totale du 19 août 1887.

MM. Winslow Upton et A.-L. Rotch, deux observateurs américains placés à Iwanowo, en Russie, communiquent à l'*American meteorological Journal* quelques remarques sur l'éclipse. La température a baissé, comme dans les autres éclipses, au moment de la totalité, l'humidité augmentant jusqu'au point de saturation. Les variations barométriques n'ont pas été bien nettes. Les traits les plus saillants furent le dépôt prolongé de rosée et le grand éclat du paysage pendant la totalité.

Changement d'éclat de la comète a 1888 (Sawerthal).

M. Turner a été frappé, le 23 mai, par l'augmentation d'éclat de la comète, qui lui parut alors de 5^e grandeur au moins, de 8^e qu'elle était auparavant. Le lendemain arrivait une carte postale du professeur Krueger, disant que M. L. Schwarz, de Dorpat, avait télégraphié qu'une augmentation de lumière s'était produite du dimanche au mardi. Il n'a pas été possible à M. Turner, vu le mauvais temps, d'observer ensuite la comète au spectroscope.

D'après les observations de Lyon (*Bulletin*, V, p. 296), la comète aurait totalement changé d'aspect vers la même époque.

Pendules de précision.

La Compagnie Seth Thomas, dont les pendules sont bien connues, a entrepris de construire des horloges de précision.

Rotation du Soleil déduite des observations des facules.

Le Dr J. Wilsing, de l'observatoire de Potsdam, a relevé les positions des facules sur des photographies solaires, en vue de déterminer la période de rotation de la couche solaire à laquelle appartiennent les facules. M. Wilsing arrive à cette conclusion intéressante qu'il n'y a pas pour les facules, comme dans le cas des taches, accélération de leur mouvement près de l'équateur; en d'autres termes, la couche contenant les facules tournerait comme un corps solide, la durée de rotation étant de $25^{\text{d}}5^{\text{h}}47^{\text{m}}$. Il faut toutefois observer que l'identification des facules à chaque retour est sujette à quelques doutes.

Nouvelle Société astronomique.

La nouvelle Société a pour but d'encourager, de vulgariser et de faciliter l'étude de la nature. M. Förster, directeur de l'observatoire de Berlin, en a accepté la présidence; le secrétaire est, croyons-nous, le Dr W. Meyer. La Compagnie a été formée avec un capital de 250000^{fr}.

O. C.

 ASTRONOMISCHE NACHRICHTEN, n° 2844-2846.
Bischoff (I.). — Relations nouvelles s'appliquant au sphéroïde terrestre.

M. I. Bischoff s'est proposé de montrer que, connaissant les latitudes et les longitudes astronomiques de deux points de la surface terrestre, on peut, en dehors de toute hypothèse sur la figure de la Terre, obtenir très simplement quelques autres données géodésiques, en introduisant la distance des deux zéniths (l'amplitude z) et les inclinaisons des deux plans azimutaux par rapport aux deux verticales. Les plans azimutaux sont menés l'un et l'autre par les deux points A, B; l'un passe par la verticale de A et fait avec celle de B l'angle n_b ; l'autre passe par la verticale de B et fait avec celle de A l'angle n_a . Les inclinaisons n_a , n_b pourraient se déduire d'observations de la Lune, à la vérité difficiles à réaliser dans la pratique.

Comme les raisonnements de l'auteur reposent sur des considérations de Trigonométrie sphérique, on les suivrait malaisément sans le secours des figures qui accompagnent sa Note, et nous devons nous borner à en dire quelques mots. Dans ses notations, α_{ab} désigne l'azimut de B sur l'horizon de A, ou l'angle que fait, avec le méridien en A, le plan azimutal mené par la verticale de A; α_{ba} est l'azimut du même plan sur l'horizon de B (ou, plus exactement, l'azimut, mesuré en B, de son inter-

section avec l'horizon de B, sur lequel il est incliné sous l'angle $90^\circ - n_b$). De même, a_{ba} désigne l'azimut de A sur l'horizon de B, et a'_{ab} l'azimut du plan azimutal correspondant sur l'horizon de A. Enfin, a'_{ab} , a'_{ba} sont les deux azimuts sphériques. On a dès lors un triangle sphérique rectangle, dont voici les côtés et les angles opposés :

Côtés	$a'_{ba} - a'_{ha}$	$90^\circ - z$	...
Angles	$a_{ab} - a'_{ab}$	$90^\circ - n_b$	90°

et qui permet d'exprimer les sinus des différences azimutales par l'amplitude z et l'inclinaison n_b . Un autre triangle permet d'exprimer deux différences analogues en fonction de z et n_a . On arrive ainsi finalement à déterminer les différences $a_{ab} - a'_{ab}$ et $a_{ba} - a'_{ba}$ des azimuts mesurés respectivement sur l'horizon de A et sur l'horizon de B. D'autres formules s'obtiennent en introduisant l'angle v compris entre les plans azimutaux, l'angle de dépression, etc. M. Bischoff donne encore l'expression théorique et quelques valeurs numériques des inclinaisons n et v pour le cas particulier de l'ellipsoïde de révolution, et il montre l'accord de ses formules avec celles de M. Helmert.

Folie. — Lettre à l'éditeur, concernant la constante de l'aberration.

M. Folie fait remarquer, à propos d'une Note de M. Battermann, que, dans l'établissement des formules relatives à l'aberration, il importe de mettre en relief une constante commune à toutes les étoiles et indépendante de la vitesse systématique. Il donne l'expression de Δx , mise sous la forme qui lui paraît le plus commode.

Geelmuyden. — Rectification relative à la collimation des lunettes brisées.

L'observatoire Smith.

M. Brooks a quitté Phelps (N.-Y.) pour prendre possession d'un observatoire qu'un riche particulier, M. William Smith, a fait installer pour lui à quelques milles de là, à Geneva.

L'observatoire Dearborn.

L'observatoire Dearborn est transféré de Chicago à Evanston, à environ 16 milles au nord de l'ancien emplacement. Le nouvel édifice sera construit aux frais de M. James B. Hobbs.

Millosevich, Deichmüller. — La nouvelle variable du Cygne.

La variable découverte par M. Espin a été observée par M. Millosevich, à Rome, et par M. Deichmüller, à Bonn. Elle se trouve marquée dans les zones de Bonn (à la date du 28 septembre 1858). M. Deichmüller ajoute quelques remarques relatives à une autre étoile des zones que M. Millosevich n'a pu retrouver dans le ciel, mais qui cependant existe toujours, bien que les observations soient un peu discordantes.

Fényi, Wutschichowski. — Recrudescence d'éclat, constatée dans la comète Sawerthal.

Le P. Fényi, directeur de l'observatoire de Kalocsa, a remarqué dès le 20 mai la recrudescence de lumière dont la comète Sawerthal a offert le spectacle inattendu. M. de Wutschichowski, à Belkawe (Silésie), avait fait plusieurs croquis de la comète, du 10 avril au 19 mai; le 22, il a eu quelque peine à la reconnaître. Il a continué de la dessiner jusqu'au 27. Deux Planches reproduisent quelques-uns des dessins de ces deux observateurs.

Lamb-Updegraff (Alice). — Réponse à M. Peters.

M^{me} Lamb-Updegraff, à propos d'une critique dirigée contre son *Index* des Catalogues de Greenwich, croit devoir faire observer que la plupart des étoiles que M. Peters n'a pu retrouver dans le Catalogue de Bonn ou dans celui du Cap sont comprises dans les catégories d'exceptions qu'elle a indiquées dans l'Introduction de l'*Index*.

Oertel (K.). — Recherches sur les positions d'étoiles déduites d'observations faites aux instruments méridiens de Paris.

Au mois de décembre dernier, M. Gaillot a donné ici-même quelques détails sur la construction du premier Catalogue de l'observatoire de Paris, fondé sur les observations méridiennes obtenues depuis 1837, dont les premiers volumes (0^h à 6^h d'ascension droite) venaient de paraître. M. K. Oertel a pensé, avec raison, que cette publication n'enlevait rien à l'intérêt de l'examen comparatif auquel il avait soumis les positions d'étoiles fondées sur les observations de l'année 1880 et contenues dans le tome XXXV des *Observations* de Paris; il s'est donc décidé à en faire connaître les résultats, bien qu'il n'ait pas encore eu l'occasion de voir les volumes du Catalogue déjà imprimés.

Les positions fournies par les observations méridiennes de Paris ne sont point, à vrai dire, des positions absolues : elles reposent toujours sur un Catalogue de fondamentales, établi par Le Verrier. Ce Catalogue,

c'est d'abord le « Catalogue provisoire », puis, à partir de 1869, le « Catalogue corrigé ». Chaque année, on donne séparément les corrections du Catalogue provisoire, fournies par chaque instrument. Les instruments employés en 1880 sont : 1° la lunette méridienne et le cercle mural de Gambey; 2° le grand cercle méridien de Secretan-Eichens; 3° le cercle méridien du Jardin, construit par Eichens. En prenant les différences de ces corrections, indiquées dans le tome XXXV des *Observations*, M. Oertel a obtenu les écarts entre le Grand Méridien (G. M.) et les instruments de Gambey (G.), d'une part, entre le Grand Méridien et le cercle du Jardin (J.), de l'autre. Ces écarts, affectés de poids variables suivant le nombre des déterminations d'où ils résultent, ont été partagés en groupes par ordre de distances polaires aussi bien que par ordre d'ascensions droites, de manière à fournir des moyennes de même poids. Les moyennes ainsi formées ont été égalisées par des courbes sur lesquelles on a finalement relevé les écarts Δx_p , Δp_p de 5° en 5° de distance polaire, et les écarts Δx_α , Δp_α pour chaque heure d'ascension droite. Voici quelques nombres extraits des Tableaux qui renferment les réductions définitives (les Δx_α , Δp_α sont évidemment les résidus obtenus après l'application des corrections Δx_p , Δp_p) :

$p.$	G. M. - G.		G. M. - J.	
	Δx_p	Δp_p	Δx_p	Δp_p
25.....	...	-0,66	...	+0,04
45.....	-0,015	-0,19	+0,034	-0,17
60.....	+0,009	+0,11	+0,018	-0,17
75.....	+0,014	+0,18	+0,007	-0,01
90.....	+0,001	0,00	+0,007	+0,05
105.....	-0,026	-0,26	+0,002	-0,34
115.....	-0,047	-0,44	+0,031	-0,62
$\alpha.$	Δx_α	Δp_α	Δx_α	Δp_α
0,0.....	+0,003	-0,05	+0,007	-0,06
3,0.....	-0,006	-0,28	0,000	-0,14
6,0.....	+0,002	-0,09	-0,002	-0,08
9,0.....	0,000	+0,13	-0,009	+0,09
12,0.....	-0,005	+0,12	-0,018	+0,06
15,0.....	+0,002	+0,07	(-0,012)	(-0,13)
18,0.....	+0,005	-0,07	+0,009	-0,15
21,0.....	+0,007	-0,05	-0,004	+0,21
24,0.....	+0,003	-0,05	+0,007	-0,06

Ces écarts sont manifestement très petits, et il est permis de voir là une preuve de l'excellence des observations et du soin avec lequel on les réduit. M. Oertel propose, pour les expliquer, diverses hypothèses sur

lesquelles nous n'insisterons pas. Les Tables de réduction qui précèdent lui permettaient de former un système normal, en ramenant toutes les observations au système du Grand-Méridien, et prenant des moyennes pondérées. Après avoir établi, de cette façon, les écarts entre le système normal G. M. et le Catalogue provisoire, il les a retranchés des corrections connues de ce Catalogue, pour obtenir les écarts entre le système G. M. et le Catalogue corrigé (C. C.). Ces écarts sont insignifiants, mais de même sens que les écarts G. M. — G., comme on pouvait s'y attendre, les positions fournies par les instruments de Gambey ayant exercé une influence prépondérante dans la formation du Catalogue corrigé.

Dans l'*Annuaire de Berlin* pour 1884, M. Auwers a donné une comparaison des positions de l'Annuaire, qui reposent sur le Catalogue de la Société astronomique, et de celles de la *Connaissance des Temps*, qui reposent sur le Catalogue corrigé de Le Verrier. Bien que cette comparaison se rapporte à l'année 1883, M. Oertel a pensé qu'elle pouvait sans inconvénient être étendue à l'année 1880. En ajoutant les réductions établies par M. Auwers à celles fournies par ses propres Tableaux, il obtenait donc en premier lieu la réduction du système G. M. au Catalogue de la Société, puis la réduction analogue pour les instruments de Gambey et pour le cercle du Jardin. Ces réductions proviennent en grande partie de la différence des Catalogues fondamentaux employés.

Weinek. — Observations diverses faites à l'observatoire de Prague.

Éclipses des satellites de Jupiter; occultations d'étoiles; éclipse de Lune.

Krueger. — Les numéros des nouvelles planètes.

La planète trouvée le 12 mai par M. Borrelly n'était autre que Sirona (116); la planète que M. Palisa a trouvée le 16, et qui avait été d'abord numérotée (279), prendra le numéro (278).

Les nouvelles Tables des grosses planètes.

Extrait du dernier Rapport de M. Newcomb, dont il a été rendu compte (*Bulletin*, V, p. 212).

Observations de planètes et de comètes, etc.

R. R.

MÉMOIRES ET OBSERVATIONS.

THÉORIE ANALYTIQUE DU MOUVEMENT DES PLANÈTES. — EXPRESSION GÉNÉRALE DES PERTURBATIONS QUI SONT DU TROISIÈME ORDRE PAR RAPPORT AUX MASSES;

PAR M. A. GAILLOT.

[Suite et fin (1).]

III. — TERMES DU TROISIÈME ORDRE OBTENUS EN TENANT COMPTE DES VARIATIONS DU SECOND ORDRE DANS LES DÉRIVÉES DES PERTURBATIONS DES ÉLÉMENTS DE SATURNE.

Considérons, dans le développement de la fonction perturbatrice, deux termes ayant respectivement pour argument $\mathfrak{C}_m$ et $\mathfrak{C}_p$; et supposons que nous ayons calculé les perturbations du second ordre qui résultent de la combinaison de ces deux termes, en introduisant alternativement les variations dépendant de l'un de ces arguments dans les dérivées de chacun des éléments des orbites de Jupiter et de Saturne correspondant à l'autre argument. Il en résultera des perturbations du second ordre, dépendant des arguments $\mathfrak{C}_m + \mathfrak{C}_p$ et $\mathfrak{C}_m - \mathfrak{C}_p$, que nous représenterons à l'aide des expressions suivantes, analogues à celles que nous avons employées pour les perturbations du premier ordre :

$$\begin{aligned}\frac{1}{a} \partial_2 a &= \mathfrak{A}_{m+p} \cos(\mathfrak{C}_m + \mathfrak{C}_p) + \mathfrak{A}_{m-p} \cos(\mathfrak{C}_m - \mathfrak{C}_p), \\ \partial_2 \lambda \sin i' &= \mathfrak{L}_{m+p} \sin(\mathfrak{C}_m + \mathfrak{C}_p) + \mathfrak{L}_{m-p} \sin(\mathfrak{C}_m - \mathfrak{C}_p), \\ \frac{1}{e} \partial_2 e &= \mathfrak{C}_{m+p} \cos(\mathfrak{C}_m + \mathfrak{C}_p) + \mathfrak{C}_{m-p} \cos(\mathfrak{C}_m - \mathfrak{C}_p), \\ \partial_2 \omega \sin i' &= \mathfrak{Q}_{m+p} \sin(\mathfrak{C}_m + \mathfrak{C}_p) + \mathfrak{Q}_{m-p} \sin(\mathfrak{C}_m - \mathfrak{C}_p); \\ \frac{1}{a'} \partial_2 a' &= \mathfrak{A}'_{m+p} \cos(\mathfrak{C}_m + \mathfrak{C}_p) + \mathfrak{A}'_{m-p} \cos(\mathfrak{C}_m - \mathfrak{C}_p), \\ \partial_2 i' \sin i'' &= \mathfrak{L}'_{m+p} \sin(\mathfrak{C}_m + \mathfrak{C}_p) + \mathfrak{L}'_{m-p} \sin(\mathfrak{C}_m - \mathfrak{C}_p), \\ \frac{1}{e'} \partial_2 e' &= \mathfrak{C}'_{m+p} \cos(\mathfrak{C}_m + \mathfrak{C}_p) + \mathfrak{C}'_{m-p} \cos(\mathfrak{C}_m - \mathfrak{C}_p), \\ \partial_2 \varpi' \sin i'' &= \mathfrak{Q}'_{m+p} \sin(\mathfrak{C}_m + \mathfrak{C}_p) + \mathfrak{Q}'_{m-p} \sin(\mathfrak{C}_m - \mathfrak{C}_p).\end{aligned}$$

(1) Voir le *Bulletin*, t. V, p. 329.

Si nous introduisons ces variations dans l'expression de $\delta_{3,1}$ donnée à la page 337, et si nous tenons compte des valeurs des dérivées partielles données à la page 336, nous trouverons, après des développements analogues aux précédents, mais beaucoup plus simples,

$$\begin{aligned} \delta_{3,1} \frac{d^2 \rho'}{dt^2} = & + \frac{1}{2} F_{\rho'} \left[+ a \frac{dl}{da} \mathfrak{A}_{m+p} + \frac{a'}{1} \frac{dl}{da'} \mathfrak{A}'_{m+p} + \mathfrak{V}_{m+p} \right. \\ & \left. + h(\mathfrak{C}_{m+p} + k \mathfrak{Q}_{m+p}) + h'(\mathfrak{C}'_{m+p} + k' \mathfrak{Q}'_{m+p}) \right] \sin(T + \mathfrak{E}_m + \mathfrak{E}_p) \\ & + \frac{1}{2} F_{\rho'} \left[+ a \frac{dl}{da} \mathfrak{A}_{m+p} + \frac{a'}{1} \frac{dl}{da'} \mathfrak{A}'_{m+p} - \mathfrak{V}_{m+p} \right. \\ & \left. + h(\mathfrak{C}_{m+p} - k \mathfrak{Q}_{m+p}) + h'(\mathfrak{C}'_{m+p} - k' \mathfrak{Q}'_{m+p}) \right] \sin(T - \mathfrak{E}_m - \mathfrak{E}_p) \\ & + \frac{1}{2} F_{\rho'} \left[+ \frac{a}{1} \frac{dl}{da} \mathfrak{A}_{m-p} + \frac{a'}{1} \frac{dl}{da'} \mathfrak{A}'_{m-p} + \mathfrak{V}_{m-p} \right. \\ & \left. + h \mathfrak{C}_{m-p} + k \mathfrak{Q}_{m-p} + h' \mathfrak{C}'_{m-p} + k' \mathfrak{Q}'_{m-p} \right] \sin(T + \mathfrak{E}_m - \mathfrak{E}_p) \\ & + \frac{1}{2} F_{\rho'} \left[+ \frac{a}{1} \frac{dl}{da} \mathfrak{A}_{m-p} + \frac{a'}{1} \frac{dl}{da'} \mathfrak{A}'_{m-p} - \mathfrak{V}_{m-p} \right. \\ & \left. + h \mathfrak{C}_{m-p} - k \mathfrak{Q}_{m-p} + h' \mathfrak{C}'_{m-p} - k' \mathfrak{Q}'_{m-p} \right] \sin(T - \mathfrak{E}_m + \mathfrak{E}_p) \end{aligned}$$

ou, en faisant usage de notations analogues à celles que nous avons employées dans le paragraphe précédent,

$$\delta_{3,1} \frac{d^2 \rho'}{dt^2} = + F_{\rho'} \left(+ \frac{a}{1} \frac{dl}{da} \mathfrak{A}_{m \pm p} + \frac{a'}{1} \frac{dl}{da'} \mathfrak{A}'_{m \pm p} \pm S_{m \pm p} + Z_{m \pm p} \right) \sin(T \pm \mathfrak{E}_m \pm \mathfrak{E}_p)$$

le signe de S étant celui de $\mathfrak{E}_m$, et celui qui se trouve dans l'indice $m \pm p$ étant positif si $\mathfrak{E}_m$ et $\mathfrak{E}_p$ ont le même signe, négatif dans le cas contraire.

L'expression précédente s'applique au demi grand axe et à la longitude moyenne de l'époque aux conditions déjà indiquées page 344.

Pour l'excentricité, on a

$$\begin{aligned} \delta_{3,1} \frac{de'}{dt} = & F_{e'} \left(+ \frac{a}{1} \frac{dl}{da} \mathfrak{A}_{m \pm p} + \frac{a'}{1} \frac{dl}{da'} \mathfrak{A}'_{m \pm p} \pm S_{m \pm p} + Z_{m \pm p} - \mathfrak{C}'_{m \pm p} \right) \sin(T \pm \mathfrak{E}_m \pm \mathfrak{E}_p) \end{aligned}$$

et pour la longitude du périhélie,

$$F_{\varpi'} \left(+ \frac{a}{1} \frac{dI}{da} \mathfrak{A}_{m \pm p} + \frac{a'}{1} \frac{dI}{da'} \mathfrak{A}_{m \pm p} \pm S_{m \pm p} + Z_{m \pm p} - 2 \mathcal{C}'_{m \pm p} \right) \cos(T \pm \mathfrak{C}_m \pm \mathfrak{C}_p).$$

IV. — EXPRESSION TOTALE DE LA DÉRIVÉE DES PERTURBATIONS
DU TROISIÈME ORDRE.

En réunissant les valeurs de $\delta_{3,1}\varphi$ et $\delta_{3,2}\varphi$ déterminées dans les deux paragraphes précédents, on a, pour $\delta_3\varphi = \delta_{3,1}\varphi + \delta_{3,2}\varphi$, les expressions suivantes relatives à chacun des éléments

$$\begin{aligned} \delta_3 \frac{d\varphi'}{dt^2} = & + \frac{1}{4} F_{\varphi'} \left\{ + V^2 + \frac{a}{1} \frac{dI}{da} [\mathfrak{A}_m(\pm S_p + Z_p) + \mathfrak{A}_p(\pm S_m + Z_m) + 2 \mathfrak{A}_{m \pm p}] \right. \\ & + \frac{a'}{1} \frac{dI}{da'} [\mathfrak{A}'_m(\pm S_p + Z_p) + \mathfrak{A}'_p(\pm S_m + Z_m) + 2 \mathfrak{A}'_{m \pm p}] \\ & + (\pm S_m + Z_m)(\pm S_p + Z_p) \pm 2 S_{m \pm p} + 2 Z_{m \pm p} \\ & \left. - h \mathcal{C}_m \mathcal{C}_p - h' \mathcal{C}'_m \mathcal{C}'_p \right\} \sin(T \pm \mathfrak{C}_m \pm \mathfrak{C}_p); \end{aligned}$$

la même expression convenant au demi grand axe et à la longitude moyenne de l'époque, aux conditions énoncées page 344.

On a ensuite

$$\begin{aligned} \frac{de'}{dt} = & + \frac{1}{4} F_{e'} \left\{ + V^2 + \frac{a}{1} \frac{dI}{da} [\mathfrak{A}_m(\pm S_p + Z_p - \mathcal{C}'_p) \right. \\ & \quad + \mathfrak{A}_p(\pm S_m + Z_m - \mathcal{C}'_m) + 2 \mathfrak{A}_{m \pm p}] \\ & + \frac{a'}{1} \frac{dI}{da'} [\mathfrak{A}'_m(\pm S_p + Z_p - \mathcal{C}'_p) \\ & \quad + \mathfrak{A}'_p(\pm S_m + Z_m - \mathcal{C}'_m) + 2 \mathfrak{A}'_{m \pm p}] \\ & + (\pm S_m + Z_m - \mathcal{C}'_m)(\pm S_p + Z_p - \mathcal{C}'_p) \pm 2 S_{m \pm p} + 2 Z_{m \pm p} \\ & \left. - h \mathcal{C}_m \mathcal{C}_p - (h' - 1) \mathcal{C}'_m \mathcal{C}'_p - 2 \mathcal{C}'_{m \pm p} \right\} \sin(T \pm \mathfrak{C}_m \pm \mathfrak{C}_p), \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \frac{d\varpi'}{dt} = & + \frac{1}{4} F_{\varpi'} \left\{ + V^2 + \frac{a}{1} \frac{dI}{da} [\mathfrak{A}_m(\pm S_p + Z_p - 2 \mathcal{C}'_p) \right. \\ & \quad + \mathfrak{A}_p(\pm S_m + Z_m - 2 \mathcal{C}'_m) + 2 \mathfrak{A}_{m \pm p}] \\ & + \frac{a'}{1} \frac{dI}{da'} [\mathfrak{A}'_m(\pm S_p + Z_p - 2 \mathcal{C}'_p) \\ & \quad + \mathfrak{A}'_p(\pm S_m + Z_m - 2 \mathcal{C}'_m) + 2 \mathfrak{A}'_{m \pm p}] \\ & + (\pm S_m + Z_m - 2 \mathcal{C}'_m)(\pm S_p + Z_p - 2 \mathcal{C}'_p) \pm 2 S_{m \pm p} + 2 Z_{m \pm p} \\ & \left. - h \mathcal{C}_m \mathcal{C}_p - (h' - 2) \mathcal{C}'_m \mathcal{C}'_p - 4 \mathcal{C}'_{m \pm p} \right\} \cos(T \pm \mathfrak{C}_m \pm \mathfrak{C}_p). \end{aligned}$$

Nous pouvons donner à ces expressions une forme analogue à celle que Le Verrier a adoptée pour le calcul des perturbations du second ordre des éléments de l'orbite de Saturne ⁽¹⁾.

On vérifiera facilement que l'on a, dans tous les cas,

$$\begin{aligned}(i')_A &= \frac{1}{2} F \frac{1}{I} \frac{dI}{da} \sin i'', & (i')_{A'} &= \frac{1}{2} F \frac{1}{I} \frac{dI}{da'} \sin i'', \\(i')_L &= \frac{1}{2} F i \sin i'', & (i')_{L'} &= \frac{1}{2} F i' \sin i'', \\(i')_E &= \frac{1}{2} F \frac{h}{e} \sin i'', & (i')_{E'} &= \frac{1}{2} F \frac{h'}{e'} \sin i'' \text{ (2)}, \\(i')_P &= \frac{1}{2} F \frac{k}{e} \sin i''; & (i')_{P'} &= \frac{1}{2} F \frac{k'}{e'} \sin i''.\end{aligned}$$

En tenant compte de ces relations, on trouvera, pour le moyen mouvement par exemple,

$$\begin{aligned}\frac{d^2\varphi}{dt^2} = & \left\{ + \frac{1}{4} F \rho' V^2 + \frac{1}{2} (i')_A [+ A_m (\pm S_p + Z_p) + A_p (\pm S_m + Z_m) + 2 A_{m\pm} \right. \\& + \frac{1}{2} (i')_L [\pm L_m (\pm S_p + Z_p) \pm 2 L_{m\pm p}] \\& + \frac{1}{2} (i')_E [+ E_m (\pm S_p + Z_p) - E_m C_p + 2 E_{m\pm p}] \\& + \frac{1}{2} (i')_P [\pm e P_m (\pm S_p + Z_p) \pm 2 e P_{m\pm p}] \\& + \frac{1}{2} (i')_{A'} [+ A'_m (\pm S_p + Z_p) + A'_p (\pm S_m + Z_m)] \\& + \frac{1}{2} (i')_{L'} [\pm L'_m (\pm S_p + Z_p) \pm 2 L'_{m\pm p}] \\& + \frac{1}{2} (i')_{E'} [+ E'_m (\pm S_p + Z_p) - E'_m C'_p + 2 E'_{m\pm p}] \\& \left. + \frac{1}{2} (i')_{P'} [\pm e' P'_m (\pm S_p + Z_p) \pm 2 e' P'_{m\pm p}] \right\} \sin (T \pm \Theta_m \pm\end{aligned}$$

et des formules analogues faciles à établir pour les autres éléments.

Nous avons vérifié que, après intégration, le terme $\frac{1}{4} F \rho' V^2$ ne donne jamais plus d'un centième de seconde; nous l'avons donc constamment négligé.

Nous obtiendrons les autres termes, à l'aide des coefficients formés par Le Verrier, pour le calcul des termes du second ordre, et faisant l'objet d'une addition au Chapitre XI, qui a été imprimée

(1) Voir *Annales de l'Observatoire de Paris* (Mémoires, t. XI), p. 279, 289, 295 et 305.

(2) Le facteur $\frac{h'}{e'}$ doit être remplacé par $\frac{h'-1}{e'}$ dans δ , $\frac{de'}{dt}$ et par $\frac{h'-2}{e'}$ dans $e' \delta$, $\frac{d\omega'}{dt}$.

mais non publiée. Ces coefficients sont tout à fait analogues à ceux qui sont donnés pour Jupiter dans le tome X (addition II, p. [24] et suivantes). Nous avons d'ailleurs l'intention de publier ce travail de Le Verrier à la suite du Mémoire complet sur le calcul des perturbations du troisième ordre de l'orbite de Saturne.

L'intégration des expressions précédentes se fera identiquement comme celle des dérivées des perturbations du premier et du second ordre.

Nous allons appliquer ces formules au calcul d'un terme du troisième ordre de la longitude moyenne de Saturne, terme provenant des inégalités du moyen mouvement dues aux actions que cette planète et Jupiter exercent mutuellement l'une sur l'autre.

Prenons, par exemple,

$$\begin{aligned} T &= 5l' - 2\lambda - \omega - 2\varpi', \\ \mathfrak{E}_m &= 5l' - 2\lambda - 2\omega - \varpi', \\ \mathfrak{E}_p &= 5l' - 2\lambda - 3\varpi', \end{aligned}$$

et considérons seulement la combinaison $T - \mathfrak{E}_m - \mathfrak{E}_p$, laquelle donnera pour argument du terme cherché, abstraction faite du signe de l'ensemble, $5l' - 2\lambda - \omega - 2\varpi'$.

Nous avons d'abord, en ne considérant que les termes du troisième degré dépendant de l'argument T,

$$i' = +5, \quad i = -2, \quad h = +1, \quad h' = +2, \quad k = -1, \quad k' = -2$$

et ensuite (1)

$$\begin{aligned} \log A_m &= -1,575 \beta^2 \beta', & \log A'_m &= +2,629 \beta^2 \beta', \\ \log L_m &= +2,898 \beta^2 \beta', & \log L'_m &= -3,291 \beta^2 \beta', \\ \log E_m &= +1,874 \beta \beta', & \log E'_m &= +1,901 \beta^2, \\ \log e P_m &= +1,874 \beta \beta', & \log e' P'_m &= +1,901 \beta^2, \\ \log A_p &= -1,660 \beta^2; & \log A'_p &= +2,714 \beta^2. \end{aligned}$$

(1) *Annales (Mémoires) de l'Observatoire de Paris*, t. X, Chapitre XVIII, Sections VI et VII.

On en déduit

$$V_m = 5 L'_m - 2 L_m = -11.749'' \beta^2 \beta', \quad V_p = -13.895'' \beta'^2,$$

$$S_m \left\{ \begin{array}{l} \log \Psi_m = \log(V_m \sin 1'') = -2,756 \beta^2 \beta', \\ \log k \Phi_m = \log(k P_m \sin 1'') = -3,876 \beta', \\ \log k' \Phi'_m = \log(k' P'_m \sin 1'') = -2,139 \frac{\beta^2}{\beta'}, \end{array} \right.$$

$$S_p \left\{ \begin{array}{l} \log \Psi_p = -2,829 \beta'^2, \\ \log k \Phi_p = \quad \quad \quad \text{''} \\ \log k' \Phi'_p = -2,701 \beta', \end{array} \right.$$

$$Z_m \left\{ \begin{array}{l} \log h \mathcal{C}_m = \log\left(h \frac{E_m}{e}\right) = +3,876 \beta', \\ \log h' \mathcal{C}'_m = \log\left(h' \frac{E'_m}{e'}\right) = +2,139 \frac{\beta^2}{\beta'}, \end{array} \right.$$

$$Z_p \left\{ \begin{array}{l} \log h \mathcal{C}_p = \quad \quad \quad \text{''} \\ \log h' \mathcal{C}'_p = -2,701 \beta'. \end{array} \right.$$

Les termes du second ordre dépendant de la combinaison $\mathcal{C}_m + \mathcal{C}_p$, tels qu'ils ont été calculés par Le Verrier dans le vail précité, et dans l'addition III au Chapitre XVIII, ont valeurs

$$\begin{array}{ll} A_{m+p} = +1,2 \beta^2 \beta'^4, & A'_{m+p} = -14,7 \beta^2 \beta'^4, \\ L_{m+p} = -13'',1 \beta^2 \beta'^4, & L'_{m+p} = +33,2 \beta^2 \beta'^4, \\ E_{m+p} = -1,29 \beta \beta'^4, & E'_{m+p} = -5,44 \beta^2 \beta'^3 - 1,00 \beta^2 \beta', \\ e P_{m+p} = -1,29 \beta \beta'^4, & e' P'_{m+p} = -5,44 \beta^2 \beta'^3 - 2,00 \beta^2 \beta'. \end{array}$$

Si nous représentons respectivement par (A), (L), ... les facteurs par lesquels doivent être multipliés les coefficients (i')_L, ..., nous aurons, en tenant compte de la règle des signes énoncée précédemment,

$$\begin{array}{l} (A) = + A_m(-S_p + Z_p) + A_p(-S_m + Z_m) + 2 A_{m+p}, \\ (L) = - L_m(-S_p + Z_p) - 2 L_{m+p}, \\ (E) = + E_m(-S_p + Z_p) - E_m \mathcal{C}_p + 2 E_{m+p}, \\ (P) = - e P_m(-S_p + Z_p) - 2 e P_{m+p}, \end{array}$$

et des formules analogues pour (A'), (L'), (E') et (P').

Ces expressions, exprimées numériquement à l'aide des données précédentes, donnent après sommation des termes de même degré

que terme partiel étant représenté par son logarithme,

$$\begin{aligned}(A) &= -0,423 \beta^2 \beta'^4 - 0,702 \beta^2 \beta'^2 - 1,837 \beta'^4, \\(L) &= -1,433 \beta^2 \beta'^4 - 1,900 \beta^2 \beta'^2 - 1,837 \beta'^4, \\(E) &= +0,393 \beta \beta'^4 + 0,876 \beta \beta'^2, \\(P) &= -0,393 \beta \beta'^4 - 0,876 \beta \beta'^2, \\(A') &= +1,443 \beta^2 \beta'^4 + 1,757 \beta^2 \beta'^2 + 0,891 \beta'^4, \\(L') &= +1,816 \beta^2 \beta'^4 + 2,293 \beta^2 \beta'^2 + 0,891 \beta'^4, \\(E') &= -0,741 \beta^2 \beta'^2 + 0,602 \beta^2 \beta', \\(P') &= +0,741 \beta^2 \beta'^2 - 0,602 \beta^2 \beta'.\end{aligned}$$

Nous trouvons encore dans le même travail de Le Verrier relatif aux perturbations du second ordre du mouvement de Saturne (1)

$$\begin{aligned}\log 10^6(\dot{\epsilon})_A &= -0,083 \beta \beta'^2, & \log 10^6(\dot{\epsilon})_{A'} &= +0,076 \beta \beta'^2, \\ \log 10^6(\dot{\epsilon})_L &= +0,527 \beta \beta'^2, & \log 10^6(\dot{\epsilon})_{L'} &= -0,925 \beta \beta'^2, \\ \log 10^6(\dot{\epsilon})_E &= -1,543 \beta'^2, & \log 10^6(\dot{\epsilon})_{E'} &= -1,779 \beta \beta', \\ \log 10^6(\dot{\epsilon})_P &= +1,543 \beta'^2, & \log 10^6(\dot{\epsilon})_{P'} &= +1,779 \beta \beta'.\end{aligned}$$

il a donc

$$\begin{aligned}\delta_2 \frac{d^2 \rho'}{dt^2} &= \frac{1}{2} [10^6(\dot{\epsilon})_A(A) + 10^6(\dot{\epsilon})_L(L) + \dots] \sin(-5l' + 2\lambda + \omega + 2\varpi') \\ &= -\frac{1}{2} [10^6(\dot{\epsilon})_A(A) + 10^6(\dot{\epsilon})_L(L) + \dots] \sin(5l' - 2\lambda - \omega + 2\varpi')\end{aligned}$$

et, après sommation des termes du même degré,

$$\begin{aligned}10^6 \delta_2 \frac{d^2 \rho'}{dt^2} &= (+303'' \beta^3 \beta'^6 + 592'' \beta^3 \beta'^4 + 39'' \beta \beta'^6 + 241'' \beta^3 \beta'^2 + 263'' \beta \beta'^4) \\ &\quad \times \sin(5l' - 2\lambda - \omega - 2\varpi').\end{aligned}$$

Si nous effectuons la double intégration, et si nous divisons par 10^6 , nous avons successivement

$$\begin{aligned}\left(\frac{1}{5\nu + 2}\right)^2 &= +5546, & \frac{1}{10^6} \left(\frac{1}{5\nu + 2}\right)^2 &= +0,005546, \\ \delta_2 \rho' &= -\left(\frac{1}{5\nu + 2}\right)^2 \delta_2 \frac{d^2 \rho'}{dt^2} \\ &= -0,005546 \\ &\quad \times (+303 \beta^3 \beta'^6 + 592 \beta^3 \beta'^4 + 39 \beta \beta'^6 + 241 \beta^3 \beta'^2 + 263 \beta \beta'^4) \\ &\quad \times \sin(5l' - 2\lambda - \omega - \varpi')\end{aligned}$$

1) Dans le travail de Le Verrier, les signes de ces coefficients sont changés, de manière que l'intégrale soit immédiatement donnée avec son signe.

ou

$$\delta_3 \rho' = (-1'',68 \beta^2 \beta'^2 - 3'',28 \beta^2 \beta'^4 - 0,21 \beta \beta'^6 - 1,34 \beta^2 \beta'^2 - 1,46 \beta \beta'^4) \\ \times \sin(5\lambda' - 2\lambda - \omega - 2\varpi').$$

Pendant très longtemps β et β' différant très peu de l'unité, on voit que le coefficient du terme précédent sera, à notre époque e et dans les premiers siècles qui suivront, d'environ 8".

Il existe un grand nombre de combinaisons fournissant des termes du troisième ordre comparables en grandeur à celui que nous venons de calculer, et nous avons pu constater que tous ceux qui, dépendant d'un même argument, ont une valeur sensible, sont de même signe, et que, par conséquent, leur somme atteint souvent une valeur considérable.

Nous avons négligé ici, comme nous l'avions annoncé, le calcul des termes dépendant des produits des variations des grands axes; nous nous sommes d'ailleurs assuré qu'il n'atteint pas 0",01.

NOTE SUR LES FORMULES DE M. FABRITIUS;

PAR M. FOLIE.

Les derniers articles qui ont paru dans le *Bulletin astronomique*, au sujet des formules de M. Fabritius, m'engagent à revenir également sur ce point.

Dans une Note (*) que j'ai publiée un peu avant d'avoir reçu le numéro du *Bulletin* qui renfermait la réponse de M. Fabritius à mes critiques (et c'est pourquoi elle ne fait pas mention de cette réponse), j'ai d'abord donné une démonstration indirecte, mais astronomique, de l'inexactitude des formules de l'astronome russe.

Cette démonstration consiste simplement à prendre l'écliptique, au lieu de l'équateur, pour plan de référence. Qu'on applique alors, mot pour mot, soit la démonstration donnée par Oppolzer, soit celle que M. Fabritius a exposée dans le numéro de mai du *Bulletin*, on arrivera à la formule

$$\tan(\lambda - \lambda_0) = \frac{\Delta\lambda_0}{1 - \tan\beta_0 \Delta\beta_0},$$

(*) Sur les formules de réduction des circompolaires. Bruxelles, Hayez. (Extrait des Bulletins de l'Académie royale de Belgique, juin et août 1888.)

correspondant à leur formule

$$\text{tang}(\alpha - \alpha_0) = \frac{\Delta \alpha_0}{1 - \text{tang} \delta_0 \Delta \delta_0}.$$

Les astronomes verront, du premier coup d'œil, que ces deux formules ne concordent pas entre elles, c'est-à-dire qu'elles sont aussi peu exactes l'une que l'autre.

Mais ce n'est qu'incidemment que je reviens, dans cette Note, sur la question théorique.

L'objet essentiel en est de faire connaître aux astronomes des formules pratiques plus correctes que celles de M. Fabritius.

J'ai recherché, dans mon *Traité des réductions stellaires*, les formules exactes. Dans ma Note, je les ai comparées à la formule de Fabritius-Oppolzer en $\mathcal{R}$; et j'ai trouvé que, pour obtenir ma formule, il faut ajouter à celle-ci le terme $+ F \text{ tang} \delta$, l'expression de F étant, en arc,

$$\begin{aligned} F = & -\frac{1}{4} \sin 2\varepsilon \cos \alpha (\Delta \psi)^2 \\ & + \frac{1}{4} \cos \varepsilon \sin \alpha NN' \sin 2\mathcal{Q} \\ & + \cos \varepsilon \sin \alpha \frac{N}{\omega_1} \left(P \sin \mathcal{Q} - \frac{1}{2} N' \omega_1^2 t \right), \end{aligned}$$

ε désignant l'obliquité de l'écliptique;

P la constante de la précession générale, 50,24;

N celle de la nutation, 9,22;

N' la constante 17,26;

ω_1 la vitesse du nœud, $\log(-\omega_1) = 9,52837$;

$-\Delta\psi$ la nutation en longitude, $Pt - N' \sin \mathcal{Q} - 1'', 27 \sin 2\odot$.

La formule par laquelle j'exprime les termes du second ordre est toutefois, plus exactement encore, en $\mathcal{R}$, suivant la notation bessélienne,

$$\begin{aligned} \Delta^2 \alpha = & \text{tang} \delta (A\alpha + Bb + Cc + Dd)(A\alpha' + Bb' + Cc' + Dd') \\ & + F \text{ tang} \delta + \cot \delta (A\alpha + Bb + Cc + Dd)(Cc' + Dd'). \end{aligned}$$

Examinons d'abord si les différences entre cette formule et celle de M. Gaillot sont inférieures à celles que M. Boquet a trouvées en comparant, pour λ *Urs. min.*, les données de la *Connaissance*

des Temps (ou Fabritius-Oppolzer) à celles que fournit la formule trigonométrique de M. Gaillot.

Voici les résultats de cette comparaison, calculés par M. Wouters, astronome à l'observatoire royal; $G - C$ est la différence Gaillot — *C. d. T.*, $G - F$ la différence Gaillot — Folie :

	$G - C.$	$G - F.$		$G - C.$	$G - F.$
AOUT 7.....	0	-2	OCT. 26.....	-1	-3
17.....	+3	+1	Nov. 5.....	+1	-1
27.....	3	1	13.....	2	0
SEPT. 6.....	3	1	25.....	2	0
16.....	2	0	Déc. 5.....	3	+1
26.....	4	+2	13.....	4	2
OCT. 6.....	0	-2	23.....	0	-2
16.....	-1	-3			

« En somme, dit en terminant M. Boquet, les résultats qui précèdent montrent clairement que, toutes les fois qu'on ne veut pas pousser jusqu'aux millièmes de seconde de temps les valeurs des R apparentes des circompolaires, la méthode de M. Fabritius donne des résultats d'une précision suffisante. » Si M. Boquet n'a pas écrit par inadvertance *millièmes* au lieu de *centièmes*, sa conclusion est certes hasardée; les chiffres qui précèdent corroborent même ce que j'ai dit de l'inexactitude des formules de M. Fabritius. Des erreurs qui peuvent s'élever à 0,04, et au delà, pour λ *Urs. min.*, ne sont pas de celles que la *Connaissance des Temps* peut négliger.

Et j'ose me flatter de l'espoir que les astronomes qui la rédigent ajouteront aux termes de M. Fabritius en R ceux que je viens d'indiquer.

Car, quoi qu'en dise M. Boquet⁽¹⁾, peu se résoudront, je pense, à faire usage des formules trigonométriques de M. Gaillot, qui exigeraient une réforme complète des procédés usités par les astronomes et par les calculateurs.

Quant aux termes du second ordre en déclinaison, que j'ai donnés dans mon *Traité des réductions stellaires* (p. 64 pour la précession et la nutation, p. 78 pour l'aberration, p. 79 pour la combinaison de la nutation et de l'aberration), j'ai cherché à les ramener également à la forme proposée par M. Fabritius, et voici

(¹) *B.A.*, t. V, p. 138 et 237.

ce que j'ai trouvé, en négligeant des termes qui ne renferment pas $\tan \delta$ comme facteur,

$$\begin{aligned}\Delta^2 \delta &= -\frac{1}{4} \sin 2\delta [(\Delta x)^2 + \cot^2 \delta (Aa + Bb)^2] \\ &= -\frac{1}{4} \sin 2\delta [(Aa + Bb + Cc + Dd)^2 + \cot^2 \delta (Aa + Bb)^2].\end{aligned}$$

Je ferai observer enfin que les formules de mon *Traité*, réduites en nombres ⁽¹⁾, concordent avec celles du *Berl. Jahrb.* (p. 184),

(1) Je prends un exemple :

Parmi les termes du *B. J.* (p. 15), figure le suivant :

$$-[0,001535 \cos x \tan \delta + 0,000677 \sin 2x (\tan^2 \delta + \frac{1}{4})] \tau \sin \Omega.$$

Si l'on calcule pour 1850 le terme correspondant donné dans mon *Traité*, page 64, on trouve identiquement la même expression, à part que les coefficients numériques sont 1529 et 663.

Cette minime différence disparaîtrait, sans doute, si les deux calculs étaient rapportés à la même époque.

Or les termes $F \tan \delta$, qu'il faut ajouter à l'expression de M. Fabritius pour obtenir la mienne, renferment $-\frac{1}{4} \sin 2x \cos x \tan \delta (\Delta \psi)^2$. Si l'on remplace $-\Delta \psi$ par $P\tau - N' \sin \Omega - \dots$, on trouvera, dans le développement de l'expression précédente, $+\frac{1}{4} \sin 2x \cos x \tan \delta P N' \tau \sin \Omega = 0,00153 \cos x \tan \delta \tau \sin \Omega$.

Telle est, pour le terme en $\tau \sin \Omega$, la différence entre l'expression de M. Fabritius et la mienne ou celle du *B. J.*

De même le *B. J.* renferme le terme $+0,00224 \cos x \tan \delta \tau^2$; ma formule, calculée pour 1850, a le même terme, avec le coefficient 0,00223. Celle de M. Fabritius en diffère par $-\frac{1}{4} \sin 2x \cos x \tan \delta P^2 \tau^2 = -0,00223 \cos x \tan \delta \tau^2$.

Je ne multiplierai pas davantage les exemples.

Voici, au surplus, quelle est la forme à laquelle on peut réduire l'expression (donnée dans mon *Traité*, p. 64) des termes du second ordre de la nutation en $\mathcal{R}$:

$$\begin{aligned}W_2 &= \frac{1}{2} [\sin 2x (\frac{1}{2} + \tan^2 \delta) + \cos x \cot x \tan \delta] (\sin x \Delta \psi)^2 \\ &\quad - [\cos 2x (\frac{1}{2} + \tan^2 \delta) - \sin x \cot x \tan \delta] \sin x \Delta \psi \Delta \theta \\ &\quad + \frac{1}{2} \cos x \sin x \tan \delta W N' \sin 2 \Omega + \frac{1}{4} \sin 2x (\frac{1}{2} + \tan^2 \delta) N^2 \cos 2 \Omega \\ &\quad + (\cot x \tan \delta - 1) \sin x \sin x N \left(\frac{1}{2} N' \omega_1 \tau - P \frac{\sin \Omega}{\omega_1} \right).\end{aligned}$$

Celle qui résulte de la formule de Fabritius-Oppolzer, $\tan \delta \Delta x \Delta \delta$, peut s'écrire $-\tan \delta [(\cot x + \sin x \tan \delta) \sin x \Delta \psi + \cos x \tan \delta \Delta \theta] (-\cos x \sin x \Delta \psi + \sin x \Delta \theta)$.

Ces deux expressions sont loin d'être identiques; leur différence est $F \tan \delta$, comme je l'ai dit ci-dessus, abstraction faite de quelques termes qui n'ont pas $\tan \delta$ en facteur.

Si l'on développe la mienne, en faisant

$$\begin{aligned}-\Delta \psi &= 50,24 \tau - 17,26 \sin \Omega - 1,27 \sin 2 \odot, \\ \Delta \theta &= 9,22 \cos \Omega + 0,55 \cos 2 \odot,\end{aligned}$$

on trouvera les termes du *B. J.*, et, de plus, quelques termes omis dans cet *Annuaire*; tandis que ceux de la formule de M. Fabritius s'en écartent, comme on vient

dont MM. Fabritius, Herz et Schulhof ne seront certes pas disposés à contester l'exactitude. Sous la forme que je viens de leur donner ici, elles ne diffèrent de celles que j'ai développées dans mon *Traité* que par des termes d'une importance tout à fait secondaire, et dont aucun, au surplus, n'a tangê pour facteur.

REVUE DES PUBLICATIONS ASTRONOMIQUES.

SOUILLART. — THÉORIE ANALYTIQUE DES MOUVEMENTS DES SATELLITES DE JUPITER.

I^{re} Partie, *Formules algébriques*, publiée dans les *Memoirs of the royal astronomical Society*, t. XLV. Londres, 1880.

II^e Partie, *Réduction des formules en nombres*, publiée dans les *Mémoires des Savants étrangers*, t. XXX. Paris, 1887.

(Cette seconde Partie a obtenu, à l'Académie des Sciences de Paris, le prix Damoiseau de l'année 1886.)

L'auteur de ce travail s'est proposé de reprendre, par la méthode dite *de la variation des constantes*, la détermination des inégalités principales qui affectent les mouvements des satellites de Jupiter autour de leur planète. On sait que Laplace, dans la théorie analytique de ces mouvements (tome IV de la *Mécanique céleste*), emploie au contraire la méthode dans laquelle on déduit directement, des équations différentielles du mouvement troublé, les variations du rayon vecteur, de la longitude et de la latitude. On sait aussi que, au lieu de suivre purement et simplement la marche générale, Laplace y apporte un remarquable perfectionnement, qui lui permet, au moyen d'un léger changement dans les dénominateurs introduits par l'intégration, de comprendre implicitement dans la première approximation les termes les plus sensibles parmi ceux que fournirait le carré de la force perturbatrice. M. Souillart a remarqué que la méthode de la variation des constantes comporte un perfectionnement tout à fait équivalent, déjà employé par Poisson pour la théorie de la Lune, et qui consiste à avoir égard, dès le premier

de le voir. Quant aux autres termes du second ordre (provenant de l'aberration annuelle et de sa combinaison avec la nutation), ils sont, à part quelques différences minimes, les mêmes dans mes formules et dans celles de M. Fabritius, du B. J. et de Poulkova (*Obs.*, vol. I, p. 117).

ordre par rapport aux masses, au déplacement séculaire de la ligne des absides et à celui de la ligne des nœuds. Les formules qu'il obtient par l'adoption de ce procédé sont identiques à celles de la *Mécanique céleste*, en ce qui concerne les inégalités périodiques des longitudes et des rayons vecteurs, du premier ordre par rapport aux masses, et indépendantes des excentricités.

Le même accord existerait pour celles de ces inégalités qui sont du premier degré par rapport aux excentricités, s'il n'était pas nécessaire, pour les obtenir avec précision, de déterminer d'abord les inégalités séculaires des excentricités et des longitudes des périjoves. Cette dernière détermination exige, ainsi que l'a remarqué Laplace, la considération de termes dépendant des puissances supérieures de la force perturbatrice : or, en suivant pas à pas la même marche, sans autre différence que celle qui provient de la différence des méthodes fondamentales, M. Souillart a reconnu : 1° que les termes du second ordre obtenus dans la *Mécanique céleste* ne sont pas les seuls qui soient sensibles; 2° que le terme du troisième ordre qu'on y trouve doit être rejeté et remplacé par plusieurs autres, tout à fait différents, dont l'importance est un peu moindre. Comme conséquence de ces corrections, il y a divergence notable, lors de la réduction en nombres, entre les résultats nouveaux relatifs aux variations séculaires des excentricités et des périjoves et ceux qu'ont donnés précédemment Laplace et Damoiseau. C'est ainsi que, ayant posé

$$\begin{aligned} e \sin \varpi &= M \sin(gt + \beta) + M_1 \sin(g_1 t + \beta_1) \\ &\quad + M_2 \sin(g_2 t + \beta_2) + M_3 \sin(g_3 t + \beta_3), \\ e \cos \varpi &= M \cos(gt + \beta) + M_1 \cos(g_1 t + \beta_1) \\ &\quad + M_2 \cos(g_2 t + \beta_2) + M_3 \cos(g_3 t + \beta_3), \\ e' \sin \varpi' &= \lambda' M \sin(gt + \beta) + \lambda'_1 M_1 \sin(g_1 t + \beta_1) \\ &\quad + \lambda'_2 M_2 \sin(g_2 t + \beta_2) + \lambda'_3 M_3 \sin(g_3 t + \beta_3), \\ e' \cos \varpi' &= \dots\dots\dots, \\ &\dots\dots\dots \end{aligned}$$

on a, par exemple, pour l'argument g_2 , les nombres respectifs :

	Laplace.	Damoiseau.	Souillart.
	0	0	0
g_2	0,007 148 207	0,007 132 023	0,007 195 219
$\log \lambda'_2$	0,956 2485	0,949 4066	0,990 9628
$\log \lambda'_2$	1,623 2206	1,631 4324	1,755 0788
$\log (-\lambda'_2)$	0,734 3365	0,743 1387	0,860 9771

Les différences entre les résultats de Laplace et de Damoiseau, qui ont

fait usage des mêmes formules, proviennent uniquement de changements apportés aux valeurs numériques des éléments des satellites; mais les données numériques adoptées par M. Souillart étant celles de Damoiseau, la différence entre leurs résultats tient aux corrections indiquées plus haut.

On sait que Laplace appelle *excentricité propre* du premier satellite le nombre M , et *longitude de son périjove propre* l'angle $gt + \beta$, et que les nombres $\lambda'_1 M_1$, $\lambda'_2 M_2$, $\lambda''_3 M_3$ ainsi que les angles $g_1 t + \beta_1$, $g_2 t + \beta_2$, $g_3 t + \beta_3$ jouent le même rôle pour les trois autres satellites. Nous n'avons aucun renseignement sur la manière dont Delambre a déduit de l'observation les valeurs de ces éléments pour 1750 adoptées dans la *Mécanique céleste*, non plus que sur leur nouvelle évaluation par Damoiseau; mais cela importe peu, la détermination des nombreuses constantes que présente la théorie se faisant aujourd'hui d'une manière simultanée et uniforme. Ces dénominations n'ont donc plus de raison d'être, et comme, d'ailleurs, les excentricités sont variables avec l'époque choisie, et que les longitudes des périjoves ne varient pas proportionnellement au temps, M. Souillart, après avoir déduit des formules de Damoiseau les valeurs de ces éléments en 1850, époque qu'il prend pour origine, n'en fait usage que pour déterminer les huit constantes M , M_1 , M_2 , M_3 , β , β_1 , β_2 , β_3 . En réalité, les éléments elliptiques e , ω , e' , ... sont éliminés et remplacés par ces huit constantes, et toute inégalité qui dépend d'une excentricité de satellite se trouve alors, par l'emploi des expressions citées plus haut, donner naissance à quatre inégalités d'arguments un peu différents. Le nombre des arguments nouveaux semble, à première vue, devoir être assez considérable, mais il se restreint beaucoup dans l'application, par la petitesse des coefficients; il est cependant, pour chaque espèce d'inégalité, un peu plus grand que dans la *Mécanique céleste*, parce que Laplace regarde comme nulles les excentricités propres des deux premiers satellites.

En résumé, tant que l'on se borne à la première puissance de la force perturbatrice, la nouvelle théorie ne diffère guère de l'ancienne que par certaines corrections et par la considération d'un nombre plus grand d'inégalités; mais il n'en est plus de même en ce qui concerne les puissances supérieures. Grâce au système d'anticipation indiqué plus haut, Laplace a cru avoir obtenu dès le premier ordre par rapport aux masses tout ce que le second ordre peut donner de termes sensibles; M. Souillart a reconnu, au contraire, qu'il subsiste encore alors, dans les inégalités des longitudes et des rayons vecteurs des trois premiers satellites, des termes considérables dépendant du carré et même du cube de la force perturbatrice. Les plus importants de ces termes contiennent les mêmes arguments que les grandes inégalités des longitudes, et ils en modifient

notablement les coefficients; au lieu des nombres

$$1636'',392, \quad 3867'',361, \quad 261'',795,$$

obtenus par Damoiseau pour valeur de ces coefficients, l'auteur trouve finalement les suivants :

$$1554'',759, \quad 3692'',981, \quad 228'',473.$$

En raison de l'importance des termes nouveaux, il lui a paru nécessaire de les retrouver par la méthode même de Laplace : c'est ce qu'il a fait, en se bornant au carré de la force perturbatrice, dans une Note insérée au tome XCIII des *Astronomische Nachrichten*.

Ajoutons que, dans l'évaluation des termes du deuxième ordre, comme aussi de ceux du troisième et du quatrième, il a continuellement appliqué son procédé imité de Poisson : il a introduit par là, dans chaque approximation, des termes très notables appartenant en réalité aux approximations suivantes, ce qui a pour effet de rendre beaucoup plus petits les termes successifs de correction. Observons enfin que le carré de la force perturbatrice amène, dans la longitude et le rayon vecteur de chaque satellite, un nombre illimité de termes présentant l'argument de la grande inégalité; on ne peut donc pas se borner à en considérer les plus importants, et cela exige des recherches longues et minutieuses, qu'il faut poursuivre jusque dans les termes du troisième ordre et même du quatrième.

Dans la détermination des inégalités séculaires, soit des excentricités et des longitudes des périjoves, soit des inclinaisons et des longitudes des nœuds, on est obligé, du moins à une première approximation, de négliger les termes des équations différentielles qui sont du troisième degré par rapport aux excentricités et aux inclinaisons : les expressions qu'on obtient alors, et par suite les valeurs qu'on en déduit, d'une part pour les termes des longitudes qui dépendent des excentricités, et d'autre part pour les latitudes, sont donc affectées d'une erreur relative de même ordre que le carré des inclinaisons, savoir environ $\frac{1}{400}$. Cette circonstance limite beaucoup le degré d'exactitude qu'on peut se proposer d'obtenir : aussi serait-il illusoire, à moins qu'il ne s'agisse de certains arguments particuliers, de conserver, comme l'a fait Damoiseau, quelques inégalités, soit des longitudes, soit des latitudes, dont les coefficients sont plus petits que les erreurs à craindre de ce chef.

En ce qui concerne les variations séculaires des inclinaisons et des nœuds, les équations différentielles obtenues par M. Souillart sont équivalentes à celles de la *Mécanique céleste*; mais, après en avoir trouvé les intégrales, il renonce aussi, par les mêmes motifs que plus haut, à la

On a vu que les perturbations propres à la lune, et les perturbations communes à la lune et au soleil, sont les seules qui aient été observées. Les perturbations communes à la lune et au soleil, sont les seules qui aient été observées. Les perturbations communes à la lune et au soleil, sont les seules qui aient été observées.

On a vu que les perturbations propres à la lune, et les perturbations communes à la lune et au soleil, sont les seules qui aient été observées. Les perturbations communes à la lune et au soleil, sont les seules qui aient été observées. Les perturbations communes à la lune et au soleil, sont les seules qui aient été observées.

On a vu que les perturbations propres à la lune, et les perturbations communes à la lune et au soleil, sont les seules qui aient été observées. Les perturbations communes à la lune et au soleil, sont les seules qui aient été observées. Les perturbations communes à la lune et au soleil, sont les seules qui aient été observées.

On a vu que les perturbations propres à la lune, et les perturbations communes à la lune et au soleil, sont les seules qui aient été observées. Les perturbations communes à la lune et au soleil, sont les seules qui aient été observées. Les perturbations communes à la lune et au soleil, sont les seules qui aient été observées.

On a vu que les perturbations propres à la lune, et les perturbations communes à la lune et au soleil, sont les seules qui aient été observées. Les perturbations communes à la lune et au soleil, sont les seules qui aient été observées. Les perturbations communes à la lune et au soleil, sont les seules qui aient été observées.

trouvés insensibles, sauf pour le quatrième satellite. Dans une Note insérée au *Nautical Almanac* pour 1881, M. J.-C. Adams a rectifié la plupart des coefficients donnés par Damoiseau et en a augmenté le nombre; mais ses corrections prenaient toujours pour base les formules de la *Mécanique céleste*. Or Laplace a tenu compte seulement des inégalités dues à l'aplatissement de Jupiter et à l'action perturbatrice du Soleil, regardant comme négligeables celles qui proviennent des actions mutuelles des satellites. Parmi ces dernières, il s'en trouve cependant d'assez importantes: par exemple, pour l'un des arguments que l'on rencontre, au lieu des coefficients

$$-0'',447, \quad 0'',475, \quad 0'',936, \quad 13'',672,$$

que les formules de Laplace assignent respectivement à chacun des quatre satellites, on trouve, en ayant égard aux termes des diverses provenances, les coefficients nouveaux

$$+0'',310, \quad -6'',156, \quad -9'',389, \quad -3'',146.$$

ANDRÉ MARKOFF. — TABLE DES VALEURS DE L'INTÉGRALE $\int_x^\infty e^{-t^2} dt$. Saint-Petersbourg, 1888; in-8°, xxvii et 98 pages.

M. André Markoff a entrepris de refaire entièrement l'une des Tables de Kramp, en calculant avec une très grande précision les valeurs de l'intégrale $\int_x^\infty e^{-t^2} dt$ pour tous les millièmes de l'argument x depuis $x=0$ jusqu'à $x=3$, et pour tous les centièmes depuis $x=3$ jusqu'à $x=4,80$. Ces valeurs sont données avec 11 décimales et accompagnées de leurs trois premières différences. Une petite Table supplémentaire donne les valeurs de la fonction $\frac{2}{\sqrt{\pi}} \int_0^x e^{-t^2} dt$.

L'Introduction qui précède les Tables renferme quelques théorèmes intéressants sur les séries et les fractions continues qui servent à évaluer l'intégrale en question et d'autres intégrales qui s'y rattachent. Parmi ces formules d'approximation, nous citerons la suivante, qui est d'un usage très commode :

$$\int_{a-\frac{h}{2}}^{a+\frac{h}{2}} e^{-t^2} dt = hc^{-a^2+\frac{h^2}{6}(a^2-\frac{1}{2})}.$$

C'est elle qui a principalement servi à construire la Table que M. Mar-
koff vient de publier, et qui sera d'une grande utilité pour une foule de
recherches.

On peut compléter l'exposant de la formule en l'écrivant comme il suit:

$$\begin{aligned}
 -\alpha^2 + \frac{h^2}{6} \left(\alpha^2 - \frac{1}{2} \right) - \frac{h^4}{180} \left(\alpha^4 + 2\alpha^2 - \frac{1}{2} \right) + \frac{h^6}{2835} \left(\alpha^6 + 3\alpha^4 + \frac{3}{4}\alpha^2 - \frac{1}{8} \right) \\
 - \frac{h^8}{37800} \left(\alpha^8 + 4\alpha^6 + 3\alpha^4 - \frac{1}{3}\alpha^2 + \frac{1}{24} \right) \\
 + \frac{h^{10}}{467775} \left(\alpha^{10} + 5\alpha^8 + \frac{25}{4}\alpha^6 + \frac{7}{8}\alpha^4 - \frac{5}{16}\alpha^2 + \frac{1}{32} \right) - \dots
 \end{aligned}$$

Sous cette forme, il est facile de voir qu'en y conservant seulement le
terme en h^2 , on ne commet qu'une erreur inférieure à 0,006. h^4 , erreur
qui, d'ailleurs, diminue rapidement quand α s'éloigne de la valeur
 $\alpha = 1,25$; et qu'en tenant compte encore du terme en h^4 , on ne com-
met qu'une erreur inférieure à 0,0011. h^7 . R.

COMPTES RENDUS DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES, T. CVI, n° 24-26.
et T. CVII, n° 1-8.

*Bigourdan (G.). — Sur les variations de l'équation personnelle
dans les mesures d'étoiles doubles.*

Dans un travail sur l'étoile *Castor*, M. Thiele a été amené à conclure
que, dans les mesures d'étoiles doubles, l'équation personnelle de chaque
observateur reste à peu près constante pendant un certain temps, pen-
dant ce qu'il appelle une *saison* d'observations, puis prend une valeur
différente qu'elle conserve pendant une nouvelle période; et ainsi de suite.
La durée des *saisons* varierait de quelques jours à plusieurs mois.

Pour M. O. Struve, ces variations seraient rapides, se produiraient en
quelques heures et leur période ne dépasserait pas une soirée.

En discutant de nombreuses mesures d'un couple circompolaire qu'il a
observé dans toutes les parties de son cercle diurne, M. Bigourdan a mis
en évidence deux sortes de *variations* de son équation personnelle :
l'une se produit en quelques heures, tandis que l'autre a une période de
trois à quatre mois en moyenne.

*Lamey (dom). — Sur la constatation de nouveaux anneaux de
Saturne, situés au delà de ceux déjà connus.*

Il y a déjà vingt ans, l'auteur avait remarqué autour de Saturne certaines
lueurs annelées perdues dans la zone d'illumination de la planète, et sur

la nature desquelles il est resté longtemps indécis. Muni depuis d'instruments plus puissants et installés au sommet de Grignon, dans une atmosphère très pure, dom Lamey a revu ces lueurs sous forme d'anneaux bien définis, qui ont aussi été vus et dessinés par deux de ses collaborateurs, dom Et. Siffert et dom Fl. Démoulin.

Ces anneaux, au nombre de quatre, sont concentriques à Saturne et entourent les anneaux principaux. Ils s'aperçoivent rarement dans leur entier, sont d'ordinaire plus lumineux d'un côté, lequel varie d'ailleurs de position : le maximum d'éclat répond généralement au satellite le plus voisin.

S'il n'y a point là quelque illusion, comme Vénus en a déjà fourni un exemple célèbre, l'étude de ces anneaux promet d'intéressantes révélations à la Mécanique céleste et nous aurons sous les yeux la transformation lente d'un anneau nébuleux se résolvant en satellite.

Defforges. — Sur un point de l'histoire du pendule.

Jusqu'ici l'on considérait Bohnenberger comme l'inventeur du pendule à réversion (il le proposa dans son *Astronomie* en 1811), employé pour la première fois par le capitaine Kater, en 1818. Cependant, à cette époque, de Prony (qui déjà en 1792 avait proposé de remplacer le pendule à fil, toujours employé jusqu'alors, par un pendule rigide et à 3 axes) réclama pour lui la priorité de l'invention du pendule à axes réciproques. C'est qu'en effet il avait perfectionné son travail de 1792 et présenté à l'Institut, le 2 vendémiaire an IX (24 septembre 1800), un second Mémoire où il montre les avantages de ce pendule à réversion, qui permet d'obtenir directement la longueur du pendule simple synchrone « avec la précision la plus rigoureuse et par le même procédé qu'on emploie pour vérifier la longueur d'un étalon de mesures ». Ce Mémoire resté inédit, et qui présente le plus haut intérêt pour l'histoire du pendule, vient d'être retrouvé par M. le capitaine Defforges et va être publié par M. Wolf dans un Recueil de documents relatifs au pendule.

Boillot (A.). — Expériences sur le pendule non oscillant.

L'auteur indique un moyen de construire un petit pendule très léger ; on fixe un index à sa boule, on le place à l'abri de l'air et au repos. Alors, sous l'influence de la rotation de la Terre, on voit l'index répondre successivement à divers azimuts, conformément à la loi du pendule oscillant.

Dechevrens (Marc). — Variation diurne de l'inclinaison des mouvements de l'air, observée à Zi-Ka-Wei, en Chine.

Les observations faites en 1887, à Zi-Ka-Wei, avec un chronomètre montrent très nettement que pendant le jour le vent est ascendant et descend en hiver, tandis que l'inverse a lieu pendant la nuit.

Faye (H.). — Hypothèse de Lagrange sur l'origine des comètes et des aërolithes.

Au commencement de ce siècle, quand on ne connaissait encore que les trois ou quatre premiers astéroïdes, Olbers émit l'idée qu'ils pouvaient n'être que les fragments d'une grosse planète brisée par une explosion et comblant la lacune remarquée depuis longtemps entre Mars et Jupiter. Lagrange, en 1812, regardait cette hypothèse comme assez vraisemblable et pensait que de telles explosions avaient pu se produire fréquemment sur les planètes de notre système sans les briser totalement, mais en lançant dans l'espace des matières cométaires (gaz, vapeurs, poussières impalpables) et des aërolithes (blocs de pierre ou de substances métalliques). A la vérité, il eût fallu imprimer à ces corps des vitesses bien supérieures à celles que produisent les volcans actuels; mais on pouvait les admettre comme possibles à l'origine, quand la chaleur interne des planètes était plus grande et leur écorce moins épaisse.

S'il en était ainsi, comme tout corps circulant autour du Soleil doit repasser à chaque révolution par son lieu d'origine, toutes les comètes devraient se rattacher aux planètes. L'orbite de chacune d'elles devrait se rapprocher de celle de quelque planète. Or M. Faye indique 16 comètes qui, manifestement, ne sont pas dans ce cas. Relativement aux comètes, l'idée de Lagrange n'est donc pas confirmée par les faits. Mais pour les aërolithes elle paraît acceptable à M. Faye, à cause du grand nombre de ces corps qui viennent frapper la Terre (600 par an d'après M. Daubrée) et à cause aussi de leurs éléments constitutifs qui sont identiques à ceux que l'on rencontre dans les couches profondes d'un globe tel que le nôtre. La Lune a pu intervenir largement dans cette production d'aërolithes si, comme le pensent certains géologues, ses 60000 cirques grands et petits sont tous des cratères d'explosion. Ces explosions ont même été assez violentes pour fêler la croûte lunaire sur d'énormes étendues. Remarquons d'ailleurs que pour la Lune cette hypothèse diffère essentiellement de celle, complètement inadmissible, qui considère les aërolithes comme lancés *directement* sur la Terre par les volcans actuels de la Lune.

Rayet (G.). — Recherches sur les erreurs accidentelles des observations de passages dans la méthode de l'œil et de l'oreille.

Ces recherches portent sur des étoiles comprises entre 20° de déclinaison australe et le pôle Nord. Les passages ont été observés à des fils complètement fixes; toutefois, pour les étoiles voisines du pôle, on créait un fil auxiliaire en plaçant à l'avance le fil mobile d'ascension droite dans une position bien déterminée. Voici les résultats obtenus :

Pour les étoiles de faibles déclinaisons, la loi de distribution des erreurs, un peu différente de celle que suppose la méthode des moindres carrés, est représentée par la formule $y = 264,7e^{-0,231x^2}$, où x est la grandeur de l'erreur exprimée en dixièmes de seconde de temps.

L'erreur accidentelle d'une observation de passage reste sensiblement constante tant que la déclinaison de l'étoile ne dépasse pas 60°, mais croît ensuite très rapidement jusqu'au pôle. Elle paraît être une fonction de l'inverse de la vitesse apparente. La formule à deux termes

$$\varepsilon^2 = a^2 + b^2 \sec^2 \delta$$

ne représente pas l'ensemble des observations; elle donne une erreur trop faible pour les étoiles comprises entre 70° et 89° de déclinaison; M. Rayet a essayé la formule à trois termes $\varepsilon^2 = a^2 + b^2 \sec^2 \delta + c^2 \sec^4 \delta$, mais il a trouvé pour c^2 une valeur négative, ce qui est inadmissible. Ses observations sont très convenablement représentées, entre 0° et + 89°22',3, par la formule

$$\varepsilon = 0,12772 + \frac{80^s,2274}{x},$$

dans laquelle x est le nombre de minutes de la distance polaire.

Les observations faites avec des grossissements croissants ont montré que, sur les étoiles équatoriales, l'erreur ne peut descendre au-dessous d'une certaine limite qui, avec le cercle méridien de Bordeaux (ouverture, 0^m,190; distance focale, 2^m,32), est atteinte avec le grossissement 130. Mais, pour les polaires, l'erreur diminue lorsque le grossissement augmente.

L'observation des polaires au fil fixe est plus précise que la même observation au fil mobile.

Perrotin. — Sur les anneaux de Saturne.

Mesures micrométriques des anneaux pour contribuer à la détermination de leurs dimensions, et faites avec le grand équatorial de l'observatoire de Nice, avec un grossissement de 1250 fois. Ces mesures semblent indiquer que les anneaux sont généralement plus éloignés du centre de la planète du côté Est que du côté Ouest, ce qui appuierait l'opinion

que ces anneaux tournent autour de la planète dans des orbites elliptiques.

La division d'Encke, visible de 1884 à 1887, n'a pu être aperçue en 1888.

Dans la moitié intérieure du deuxième anneau brillant (B), on a cru apercevoir des divisions partageant cet anneau en trois parties à peu près égales.

Perrotin. — Sur la planète Mars.

Canaux, en partie doubles, allant de la région équatoriale aux environs du pôle boréal, et dont on peut suivre les traces à travers les mers.

Fizeau. — Sur les *canaux* de la planète Mars.

On s'accorde généralement à reconnaître la présence de l'eau à la surface de Mars et l'on admet qu'elle joue un rôle considérable dans les changements qu'on y observe. Ses *canaux* forment un réseau de lignes plus obscures que le reste de la surface et qui n'ont rien d'absolument fixe, non plus que les taches plus étendues appelées *continents* ou *mers*. D'autre part, sur la Terre, dans les régions glaciaires, il se produit des changements incessants, tels que rides parallèles, crevasses, fentes rectilignes souvent très longues; dans la région du Groenland M. Nordenskiöld a rencontré des phénomènes de ce genre tout à fait remarquables par leur importance. On voit donc entre ces phénomènes terrestres et les principales circonstances que présentent les canaux de Mars des analogies assez marquées pour qu'on puisse les attribuer tous à la même cause, l'état glaciaire.

« On est donc conduit à l'hypothèse de l'existence à la surface de Mars d'immenses glaciers analogues à ceux de notre globe, mais d'une étendue beaucoup plus considérable encore, et dont les mouvements et les ruptures doivent être également plus prononcés. »

L'existence de ces glaciers est confirmée par diverses circonstances bien connues : les saisons de Mars sont plus longues; l'échauffement produit par le Soleil n'y est que les $\frac{1}{2}$ de celui qu'il produit sur la Terre, etc.

L'absence de *bandes équatoriales* montre que les mouvements atmosphériques réguliers ne se produisent pas sur Mars comme sur notre globe, ce qui paraît indiquer une atmosphère d'une étendue plus limitée, par suite moins propre à absorber et à conserver la chaleur solaire que l'atmosphère terrestre. La *teinte rouge* de Mars montrerait, d'ailleurs, que son atmosphère n'a pas une constitution semblable à celle de la Terre.

A l'occasion de cette Communication, M. Janssen dit que l'on ignore

encore la cause de cette couleur *rouge* de Mars, que son atmosphère est probablement très transparente et relativement peu importante. Il faut préparer l'avenir, dit-il, en cherchant à remplacer l'œil par la Photographie dans l'observation des phénomènes délicats, tels que ceux qui se produisent à la surface de Mars. Enfin la Spectroscopie peut aborder aujourd'hui avec plus de succès l'étude des atmosphères des planètes, parce que celle de la Terre ne produit que près de l'horizon les bandes obscures de l'oxygène, découvertes récemment par M. Janssen.

Flammarion. — Les neiges, les glaces et les eaux de la planète Mars.

L'auteur combat l'hypothèse de M. Fizeau par cette considération que les glaces polaires fondent plus sur Mars que sur la Terre : ces glaces, qui sont très développées en hiver, disparaissent en grande partie pendant la saison chaude de Mars; en outre, la limite de ces glaces est toujours nettement marquée. Cette fusion graduelle des taches polaires est en contradiction, dit l'auteur, avec l'hypothèse que les continents de Mars seraient des champs de glace.

Poincaré (H.). — Sur la figure de la Terre.

On s'est demandé s'il est possible de trouver une loi de variation de la densité à l'intérieur de la Terre, qui satisfasse à la fois à l'équation de Clairaut et aux valeurs observées de l'aplatissement et de la constante de la précession. M. Radau a démontré que cela n'est pas possible; mais il a été obligé de supposer qu'une certaine quantité η était comprise entre 0 et 0,54. M. Poincaré montre que cette hypothèse n'est pas nécessaire, et que la conclusion de M. Radau subsiste dans tous les cas.

Caspari. — Formule pour le calcul des longitudes par les chronomètres.

Caron. — Sur la position de Timbuktu (Tombouctou).

Longitude : $5^{\circ} 12' W$ de Paris; latitude : $+ 16^{\circ} 49'$.

Teisserenc de Bort (Léon). — Cartes magnétiques de l'Algérie, de la Tunisie et du Sahara algérien.

Perrotin. — Sur la planète Mars.

Dessins de cette planète, relatifs aux observations mentionnées précédemment.

André (Ch.). — Sur le ligament lumineux des passages et occultations des satellites de Jupiter.

En observant les passages ou les occultations des trois premiers satellites de Jupiter, M. André a toujours trouvé, même dans les meilleures circonstances atmosphériques, que le contact extérieur ne se produit pas nettement; aux environs du point de contact, il y a augmentation notable de lumière entre la planète et le satellite, augmentation qui va jusqu'à faire disparaître l'intervalle obscur qui devrait les séparer.

M. André a étudié ces phénomènes au moyen d'un appareil provisoire à images artificielles, qui a reproduit le phénomène d'un ligament ou pont lumineux quand la distance des disques devient assez faible.

C'est là un effet de *diffraction*, car le phénomène s'accroît de plus en plus à mesure que l'on réduit l'ouverture de l'objectif d'observation.

Moureaux (Th.). — Déterminations magnétiques dans le bassin occidental de la Méditerranée. Cartes magnétiques de la même région.

Tacchini (P.). — Résumé des observations solaires, faites à l'observatoire royal du Collège Romain pendant le deuxième trimestre de 1888.

Dubois (E.). — Sur les satellites de Mars.

M. Dubois croit que ces satellites pourraient être deux petites planètes qui, dans leurs mouvements, seraient passées très près de Mars et seraient devenues ses satellites.

Ainsi, la planète 132 *Æthra* était, le 12 septembre 1876, à la distance 0,1104 de Mars. Par suite des perturbations planétaires, cette distance pourrait être diminuée encore et la planète, entrant dans la sphère prépondérante d'action de Mars, deviendrait son satellite. Il convient de dire que, si l'on a égard à la petitesse de la masse de Mars, l'hypothèse de M. Dubois est invraisemblable; ainsi, à la distance 0,11 de Mars, l'attraction du Soleil sur la planète *Æthra* est environ 15000 fois plus grande que celle de Mars.

Comète a 1888 (Sawerth). — Observations par Cruis, Gruy, Hérique, Lacaille, Morize.

Comète c1888 (Brooks). — Observations par Bigourdan, Charlois.

Comète d1888 (Faye). — Retrouvée et observée à Nice par Perrotin. G. B.

MONTHLY NOTICES.

Tome XLVIII, n° 8, juin 1888.

Comité de Photographie.

A une réunion du susdit Comité, nommé par le Conseil de la Société royale astronomique, les résolutions suivantes ont été adoptées à l'unanimité :

1° Le Comité est d'avis qu'il n'est pas désirable de revenir sur les questions fondamentales tranchées par le Congrès astrophotographique, et considère par conséquent qu'il n'est pas désirable d'étendre les limites de grandeur pour la Carte photographique du ciel au delà de la limite fixée par le Congrès.

2° Le Comité désapprouve fortement le projet d'un *Bureau international* pour mesurer les photographies stellaires, comme il est proposé dans le *Bulletin du Comité international permanent*.

Nous nous bornons à reproduire le texte des résolutions prises.

Grubb (Sir H.). — Nouvelles dispositions pour contrôler électriquement les mouvements d'horlogerie des équatoriaux (4 pages et 1 planche).

Sir H. Grubb dit que les dispositions dont il s'agit ont été appliquées à l'instrument photographique de l'observatoire de Chapultepec, au Mexique. L'article n'est pas susceptible d'analyse.

Crossley (E.). — Description d'un nouvel observatoire pour un télescope de 3 pieds d'ouverture (4 pages et 1 planche).

Copeland (R.). — Note sur le spectre visible de la grande nébuleuse d'Orion.

Foir plus loin, p. 402, le Compte rendu de la séance. Le dessin qui accompagne la Note de M. Copeland montre nettement six raies.

Elger (T.-G.). — Observations physiques de Saturne, en 1888 (8 pages avec dessins).

M. Elger fait de nombreuses remarques sur les anneaux et la division de Cassini, les taches, l'ombre du globe sur les anneaux. Elles tendent à confirmer ce que M. Trouvelot a dit naguère des changements continus des anneaux.

Il est bon de noter que l'instrument de M. Elger est un simple télescope de 0^m, 22; mais on connaît l'habileté de l'auteur pour dessiner les détails de la Lune ou des planètes.

Observations de la planète Sapho et de la comète Sawerthal.

O. C.

THE OBSERVATORY.

Tome XI, juillet 1888.

Séance de la Société royale astronomique du 8 juin.

M. Knobel, l'un des secrétaires, lit une Note du professeur Grant concernant le Catalogue d'étoiles de Glasgow. M. Grant annonce que les étoiles du Catalogue qui offrent des différences notables avec les positions de Bessel sont en cours de réobservation.

M. Bryant entre dans quelques détails sur l'étude qu'il poursuit de l'orbite de Sapho, qui doit servir l'année prochaine à la détermination de la parallaxe solaire, et peut être aussi utilisée pour la recherche de la masse de Jupiter. Il a fallu calculer, de 1863 à 1890, les perturbations de Sapho par les planètes principales.

Après quelques remarques échangées sur la comète Sawerthal et son augmentation d'éclat singulière vers le 23 mai, M. Copeland lit une *Note sur la partie visible du spectre de la grande nébuleuse d'Orion*. Examiné avec un spectroscopie assez puissant, le spectre donne les trois raies bien connues correspondant aux nébuleuses gazeuses. Mais on a vu aussi habituellement une quatrième raie coïncidant avec la troisième grande raie du spectre de l'hydrogène. Vers la fin de 1886, quand la nébuleuse fut d'abord étudiée à Duncricht avec un spectroscopie spécial, on remarqua un fond lumineux continu embrassant les trois raies brillantes et se terminant brusquement vers le rouge. Séparée de ce spectre continu, une raie brillante bien définie était identique en position avec D₃. La présence de cette raie dans le spectre d'une nébuleuse est d'un grand intérêt, comme apportant un autre lien entre les nébuleuses gazeuses, le Soleil et les étoiles possédant des spectres à raies brillantes, dont les premiers spécimens ont été découverts par MM. Wolf et Rayet.

à Paris. Le 23 janvier 1887, on soupçonna une faible raie dans le violet, par $\lambda = 448$; la Photographie est naturellement appelée à décider si elle existe réellement.

M. Common attire l'attention de la Société sur la magnifique photographie des Pléiades, due à MM. Henry et annexée au dernier Rapport de l'amiral Mouchez. Il n'y a pas de comparaison à faire avec ce que donne la méthode d'observation directe. M. Ranyard observe que les filaments nébuleux qui joignent plusieurs étoiles indiquent une connexion physique; de plus, il paraît y avoir dans le groupe certains parallélismes de lignes.

M. Marth parle de la nécessité de noter les heures des dessins de la Lune (*Bulletin*, V, p. 269) pour qu'on puisse en tirer parti. M. Marth ajoute qu'il serait intéressant, pour apprécier les derniers dessins de Mars, de comparer entre eux des dessins de la pleine Lune faits par différents observateurs. Mais il paraît que dessiner la pleine Lune est chose difficile; MM. Knobel et Green en ont fait l'expérience.

Denning (W.-F.). — Notes sur les météores.

L'observation des bolides peut conduire à des conséquences importantes, à condition que l'on fixe le moment de leur apparition et leur trajectoire; les autres circonstances sont accessoires.

Elger (T.-G.). — Notes sélénographiques.

David Gill. — Sur la précision des photographies de Paris.

L'auteur pense que les expériences de MM. Thiele et Scheiner, publiées dans le premier fascicule du *Bulletin du Comité international*, et l'emploi du réseau de M. Vogel (*Bulletin*, V, p. 229) assurent aux mesures déduites des clichés photographiques une haute précision. Il serait cependant prématuré de conclure avec M. Thiele qu'il faut remplacer le plus tôt possible les grands réfracteurs à micromètre et les héliomètres par des réfracteurs photographiques. Mais la Photographie a une supériorité incontestable pour reproduire les spectres stellaires, témoin les résultats obtenus par MM. Pickering et Vogel.

Carte photographique du Ciel.

Il y a encore sur ce sujet plusieurs Communications dans le présent numéro et dans celui d'août de l'*Observatory* : M. l'amiral Mouchez répond à M. Common, et le Dr Gill démontre, procès-verbaux en mains.

que le Congrès a décidé l'exécution d'un Catalogue, dans des conditions déterminées.

Correspondance et Notes.

Terby (F.). — Mars.

L'auteur a pu s'assurer de l'exactitude de la Carte de M. Schiaparelli il a vu aussi quelques-uns des détails signalés par M. Perrotin, tel le fil noir dans la tache polaire; en revanche, les inondations n'apparaissent pas accusées.

Tebbutt (John). — η Argûs.

η Argûs a augmenté d'une grandeur depuis l'année dernière.

Lynn (W.-T.). — Remarques sur un passage de l'Ouvrage de Nautilos relatif aux observations d'Eudoxe de Cnide.

Rapport annuel du Directeur de l'observatoire de l'Université, à Oxford.

Comme conclusions aux recherches entreprises par le *Comité de Photographie de la Société royale*, et mentionnées déjà (*Bulletin*, p. 404), on a trouvé que les miroirs (particulièrement ceux à courte distance focale) sont relativement défavorables pour les Cartes du Ciel, mais qu'ils conservent toute leur valeur pour représenter de petites portions du Ciel, pour les déterminations de parallaxes et pour la Carte de la Lune.

M. de la Rue a fourni les fonds pour une lunette photographique conforme au type arrêté par la *Conférence astrophotographique*.

Résultats des mesures de parallaxes effectuées jusqu'ici, par la méthode photographique :

61 ¹ Cygne.....	0,429	$\pm 0,018$	α Cassiopée...	0,072	± 0
61 ² Cygne.....	0,435	$\pm 0,015$	β Cassiopée...	0,187	± 0
μ Cassiopée.....	0,036	$\pm 0,025$	γ Cassiopée...	$< 0,050$	± 0
Polaire.....	0,052	$\pm 0,031$			

Les nombres de la seconde colonne sont provisoires (pour α , Cassiopée).

Catalogue d'étoiles de l'Observatoire de Paris.

M. Downing consacre une Notice aux deux volumes parus. Il exprime le vœu, en terminant, que les positions des fondamentales sur lesquelles repose le Catalogue soient déterminées d'une manière indépendante, surtout en ce qui concerne les distances polaires.

Longitude de Paris-Greenwich.

On va reprendre cette opération importante effectuée en 1854, par MM. Faye et Dunkin. Les observateurs qui doivent y prendre part sont MM. Bassot et Defforges pour la France, Turner et Lewis pour Greenwich. M. Læwy, chargé de représenter le Bureau des Longitudes, a discuté le plan à suivre avec l'Astronome royal.

O. G.

THE SIDEREAL MESSENGER.

Avril-juin 1888.

Comstock (G.-C.). — Sur la rectification d'un sextant (4 pages).

Méthodes plus précises que celles indiquées dans le Livre de Chauvenet. Voir aussi une Lettre de M. Schaeberle (*Sidereal Messenger*, p. 223).

Coakley (G.-W.). — Sur l'hypothèse nébulaire de Laplace.

L'auteur expose les principes de cette célèbre hypothèse d'après la *Mécanique céleste*, sans ajouter de remarques nouvelles.

Photographie astronomique.

Article emprunté à la *Revue d'Edimbourg* (numéro de janvier); il résume les publications récentes sur la Photographie astronomique.

Wilson (H.-C.). — Les comètes de 1887.

Notices détaillées indiquant les éléments calculés et les observations effectuées.

Kirkwood (Daniel). — Relation des comètes à courte période avec la zone d'astéroïdes.

Article intéressant où est discutée la question de l'origine des 22 comètes ayant des périodes comprises entre celles de Mars et de Jupiter.

Trois théories ont été proposées : 1° la théorie bien connue de la capture des comètes par Jupiter; 2° la théorie de l'explosion, soutenue avec ardeur par M. Proctor, d'après laquelle les comètes seraient des matériaux des grosses planètes projetés dans l'espace; 3° la théorie qui voit dans ces comètes des astéroïdes ayant subi plus que les autres les pertur-

bations de Jupiter. Cette dernière hypothèse a été proposée par Stephen Alexander (*Journal de Gould*, n^{os} 19-21) et elle est adoptée par M. Kirkwood.

Les arguments qui militent en sa faveur sont ainsi indiqués par M. Kirkwood.

1° Tous les membres du groupe ont un mouvement direct. On peut admettre que, dans la théorie de la capture, la majorité des mouvements serait directe. L'influence de Jupiter, cependant, ne saurait renverser toujours le sens du mouvement de la masse cométaire quand elle approche du Soleil; et, sur les 22 comètes, on devrait en trouver de rétrogrades.

2° On ne peut citer d'exemple constaté de la transformation d'une orbite parabolique en une orbite elliptique, sous l'influence de Jupiter.

3° La zone d'astéroïdes constitue une réserve abondante de matière, l'influence dominante de Jupiter peut être regardée comme une cause suffisante du changement des orbites. L'histoire de la comète de Lexell le prouve, et l'on a aussi l'exemple de la comète Wolf 1884 (*Annuaire du Bureau des Longitudes*, 1886, p. 249-250), qui, avant d'être troublée par Jupiter, avait des éléments comparables à ceux des astéroïdes. L'excentricité, de 0,2787 avant 1875, a été doublée par les perturbations de Jupiter.

L'objection qui se présente à cette assimilation des comètes et des astéroïdes est que l'apparence est différente. M. Kirkwood rappelle que dans son Ouvrage récent *The asteroids*, il a montré que l'écart apparent de quelques-uns des astéroïdes a des variations plus grandes que n'indique le calcul; la différence d'apparence pourrait aussi être attribuée à la différence d'excentricité.

Les lecteurs qui voudraient connaître les travaux antérieurs de M. Kirkwood sur ce sujet pourront consulter son *Astronomie météorologique*, publiée il y a une vingtaine d'années.

C'est ici le lieu d'appeler l'attention sur une intéressante Communication de M. Faye (*Comptes rendus*, 18 juin 1888). On trouve que la théorie de l'explosion a eu pour inventeurs Olbers et Lagrange; que Lagrange y voyait un moyen de compléter l'hypothèse de la nébuleuse de Laplace.

De l'examen auquel s'est livré M. Faye, il ressortirait que l'idée de Lagrange, ou, si l'on veut, la théorie de l'explosion, ne serait pas confirmée par les faits en ce qui regarde les comètes, mais qu'elle serait beaucoup plus acceptable pour les aéroolithes.

Bigelow (F.-H.). — Un instrument des passages automatique.

L'idée est d'enregistrer les passages au moyen d'une lunette photographique et d'un chronographe spécial; la lunette photographique est établie parallèlement à la lunette servant aux observations directes, de sorte que les corrections instrumentales pourraient être déterminées par les procédés ordinaires.

L'Éditeur. — La surface du Soleil.

Exposé sommaire des vues de MM. Faye, Young, Langley, suivi d'un long extrait de l'article de M. Trouvelot *Sur la structure intime de l'enveloppe solaire* (*Bulletin*, t. II).

Monck (W.-H.-S.). — Sur la distribution des étoiles. Sur la dissipation des comètes.

Les comètes périodiques dont l'inclinaison est faible ont une tendance à se dissiper.

Hill (G.-A.). — Nouvelle forme de chercheurs de comètes.

Le chercheur a été construit par M. Brashear pour le prof. H.-P. Tuttle, de l'observatoire naval des États-Unis. Le trait distinctif en est un télescope de 6,5 pouces d'ouverture, mobile autour d'un axe, perpendiculaire au tube et jouant le rôle d'axe de déclinaison de l'équatorial, fixé à la hauteur du miroir plan du télescope; l'oculaire se trouve ainsi dans le prolongement de l'axe de rotation, de sorte que l'œil n'a pas à bouger quand le télescope tourne. Enfin l'axe de rotation ou axe de déclinaison peut recevoir différentes positions.

Nous bornons là ces courtes indications. L'instrument étant en service à l'observatoire naval, il en sera sans doute question dans le prochain Rapport annuel du directeur.

Swift Lewis. — Observations supposées de la comète I, 1887.

Notes de l'Éditeur.

Étoiles doubles. — Ensemble des observations de h 3823 et h 4321; elles tendent à montrer qu'il n'y a pas de mouvement orbital.

Observatoires. — Création d'un établissement encore plus élevé que l'observatoire Lick, dans le Colorado (Denver University), sous la direction du prof. H.-A. Howe. Le fondateur est M. H.-B. Chamberlin.

M. William-R. Brooks a reçu en don une magnifique résidence et un

observatoire complètement outillé. Il va s'établir, à Geneva, à l'observatoire Smith, nom du généreux amateur d'Astronomie qui en a fait les frais.

Arcs-en-ciel qui se coupent. — Le P. J.-G. Hagen, collègue du Sacré-Cœur, prairie du Chien, Wisconsin, cite deux observations nouvelles (*Bulletin*, V, p. 322) : l'une dans le Lancashire, en Angleterre; l'autre dans la prairie du Chien en 1886; la Mersey et le Mississipi donnaient naissance aux arcs secondaires.

O. C.

VARIÉTÉS.

RECHERCHES SUR LES SPECTRES DES MÉTÉORITES;

PAR M. J.-NORMAN LOCKYER, F. R. S ⁽¹⁾.

Il y a quelques années, j'entrepris des recherches sur les spectres du carbone, afin d'étudier certaines lignes que j'avais découvertes en 1874 dans mes premières photographies du spectre solaire. Depuis lors, j'ai continué ce travail par intervalles, et certains résultats m'ayant convaincu que la constitution chimique du Soleil est toute différente de celle de certaines étoiles, j'eus le désir d'observer les spectres des météorites et ceux des métaux à la température la plus basse possible.

Ces recherches sont loin d'être complètes et je ne donne mes résultats que sous la plus grande réserve; car les observations astronomiques, auxquelles j'ai dû comparer mon travail de laboratoire, ont été souvent faites dans des conditions très difficiles. Voici mes conclusions :

1. Les manifestations lumineuses de tous les corps célestes qui brillent d'une lumière propre, à l'exception des étoiles semblables au Soleil et à Sirius, sont produites par des météorites à divers états d'agrégation et à des températures différentes, ainsi que

(¹) Traduit de l'anglais, des *Proceedings of the Royal Society of London* vol. XLIII, par M^{lle} D. Klumpke.

Schiaparelli l'a déjà démontré des comètes en s'appuyant sur de tout autres raisons.

2. La température des météorites est, dans quelques cas, à peu près celle de la flamme oxyhydrique.

3. Parmi les causes principales des cannelures d'absorption dans les spectres de beaucoup d'étoiles, il faut compter les vapeurs de manganèse à basse température.

4. Les cannelures brillantes du carbone, envisagées en même temps que leurs phénomènes d'absorption dans les spectres de certaines étoiles, indiquent qu'on a affaire à des météorites à basse température très éloignées les unes des autres.

5. L'olivine et les minéraux analogues semblent être la cause principale des lignes brillantes dans les nébuleuses.

6. Les étoiles nouvelles sont produites par la collision d'essaims de météores; les lignes brillantes qu'on y observe sont les lignes de basse température des éléments des météorites dont les spectres ont le plus d'éclat à une température peu élevée.

7. Le spectre de l'hydrogène semble être dû, dans les nébuleuses, à une faible excitation électrique, comme cela a lieu pour le spectre du carbone dans le cas des comètes. On voit un spectre succéder brusquement à un autre, dans la lueur des météorites, quand celles-ci sont placées dans des tubes vides d'air où l'on fait passer un courant électrique.

Expériences dont dépendent les conclusions précédentes.

A. EXPÉRIENCES SUR LE CARBONE.

Voici les conclusions principales que nous pouvons formuler ici :

Il existe deux systèmes de cannelures dépendant de la température seule. A de basses températures, tous les composés du carbone donnent une série de cannelures simples, dont les plus brillantes ont pour longueurs d'onde 4510, 4830, 5185 et 5610. A des températures plus élevées, on observe une série de cannelures composées, dont les bords les plus brillants sont de 4380, 4738, 5165,

5640. Dans le spectre des composés de carbone et d'hydrogène, il existe une cannelure additionnelle 4310 et, parmi les cannelures de la *fig.* 3, celle-ci est le seul indice de la présence des hydrocarbures.

B. EXPERIENCES RELATIVES AUX PHÉNOMÈNES LUMINEUX DES DIFFÉRENTS MÉTAUX VOLATILISÉS DANS LE BRÛLEUR DE BUNSEN ET DANS LA FLAMME DU CHAUFFAGE À GAZ OXYHYDRIQUE. COMPARAISON DE CES PHÉNOMÈNES AVEC CEUX QUE L'ON OBSERVE À DES TEMPÉRATURES PLUS ÉLEVÉES.

Les conclusions principales sont les suivantes :

On voit certaines lignes, bandes et cannelures avec le brûleur de Bunsen et l'on en voit davantage avec la flamme oxyhydrique; mais, dans les deux cas, on n'en observe qu'un petit nombre.

L'ordre de visibilité, dans le brûleur de Bunsen, est à peu près le suivant :

Lignes	Mg, Na, Li, Tl, Sr, Ba, Ca, K, Mn, Bi.
Bandes	Ca, Sr, Ba.
Cannelures	Mg, Mn.

Toutes les observations faites avec le brûleur de Bunsen et la flamme oxyhydrique ont porté sur les métaux suivants :

Parmi les métaux alcalins	Na, K, Li.
" " alcalino-terreux	Ca, Sr, Ba.
" " magnésiens	Mg, Zn, Cd.
" " ferreux	Fe, Ni, Co, Mn, Cr.
" " donnant des acides	Bi, Ti, W.
" " cuivreux	Cu, Tl, Pb.
" " nobles	Ag, Hg.
" " terreux	Ce.

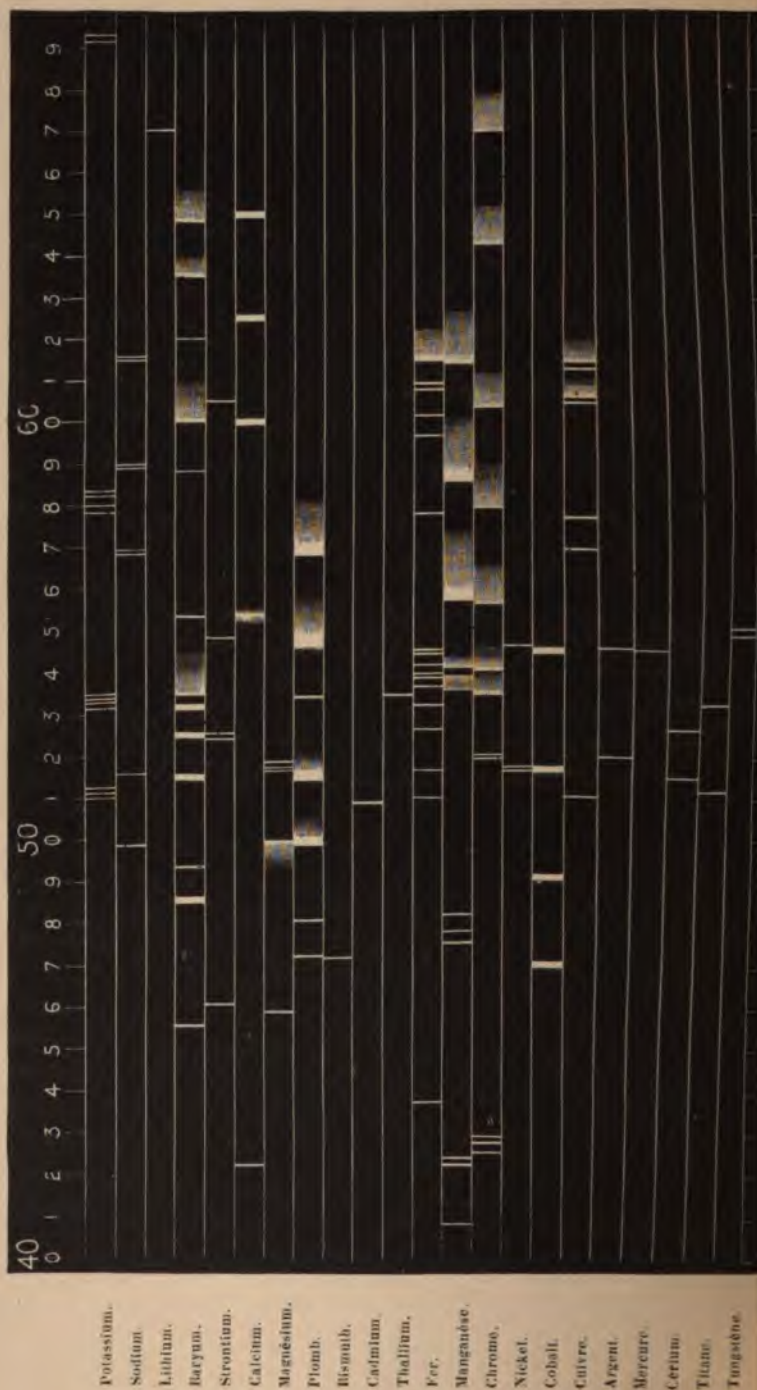
Le Tableau suivant donne à peu près, par ordre d'intensité, les positions des lignes, des bandes et des cannelures principales observées dans les spectres de ces métaux. Notons ici que l'on a dû employer une faible dispersion dans les expériences où l'illumination était peu intense; et, pour rendre comparables les observations des différentes lignes, on a fait usage pour toutes d'un spectroscopie à un seul prisme; les longueurs d'onde données ici ne sont donc qu'approchées, dans tous les cas. Dans ces conditions, les lignes observées ont été les suivantes :

VARIÉTÉS.

411

		observées avec le brûleur de Bunsen :					
		Mg.....	5183	5172	5167	4586	5201
		Na.....	5889	5895			
		Li.....	6705				
		Tl.....	5349				
		Sr.....	4607				
		Ba.....	5534				
		Ca.....	4226				
		Mn.....	5395				
		K.....	6950				
		Bi.....	4722				
Lignes	observées après avoir élevé la température de celle du brû-						
	leur de Bunsen à celle de la flamme oxyhydrique :						
		Fe.....	5268	5327	5371	4383	5790 6024
		Cu.....	5105	5781	5700		
		Cr.....	5202	5203	5207	5410	
		Pb.....	4810	4911			
		Cd.....	5085				
		Ni.....	5476				
		Ti.....	5128	5338			
		Tu.....	5490	5511			
		Ag.....	5208	5464			
		Hg.....	5460				
		Ce.....	5273	5160			
		observées avec le brûleur de Bunsen :					
Bandes		Ca.....	5535	6250	6500	6000	
		Sr.....	6050				
		Ba.....	5150	5250	5330	4860	
		observées après avoir élevé la température de celle du brûleur					
		de Bunsen jusqu'à celle de la flamme oxyhydrique :					
		Co.....	4710	4920	5170	5460	
		observées avec le brûleur de Bunsen :					
		Mg.....	5000				
		Mn.....	5580	5860	6145	5340	
Raies		observées après avoir élevé la température de celle du brûleur					
		de Bunsen jusqu'à celle de la flamme oxyhydrique :					
		Ba.....	6010	6350	6480		
		Cr.....	5360	5570	5800	6040	
		Fe.....	6150				
		Cu.....	6050	6130			
		Pb.....	5460	5680	5985	5140	5340

Fig. 1.



Toutes les cannelures, excepté celles du magnésium, ont leurs maxima du côté du bleu et s'estompent vers le rouge du spectre.

C. EXPÉRIENCES SUR LE Mg A DE BASSES TEMPÉRATURES.

J'ai refait les expériences qui ont été déjà communiquées à la « Royal Society » (*Roy. Soc. Proc.*, vol. XXX, p. 27) et j'ai, en outre, observé le spectre du magnésium brûlant au centre d'un grand brûleur de Bunsen; nous obtenons, dans ces conditions, la ligne 5201 et la cannelure qui répond à *b* sans la cannelure 500. Dans le brûleur de Bunsen employé comme à l'ordinaire, la cannelure 500 éclipe en éclat toutes les autres régions du spectre et, à cette température, comme l'ont déjà remarqué MM. Liveing et Dewar (*Roy. Soc. Proc.*, vol. XXXII, p. 202), la ligne ultraviolette visible est celle de 373. M. Lecoq de Boisbaudran a observé dans le chlorure de magnésium les lignes 4705 et 4483 (*Spectres lumineux*, p. 85).

D. EXPÉRIENCES SUR LA LUEUR DU Na ET DU Mg DANS DES TUBES OU L'ON A FAIT LE VIDE.

Un petit morceau de sodium, débarrassé de son hydrocarbure, était placé dans la branche inférieure d'un *end-on spectrum tube* ⁽¹⁾; on observait le spectre du gaz qui se dégageait du sodium chauffé. Après avoir fait le vide, aussi complètement que possible, on chauffa le sodium doucement et le spectre du gaz ne donna que les lignes C et F de l'hydrogène. On arrêta le mouvement de la pompe, et, en continuant à chauffer le sodium, on vit les lignes C et F s'obscurcir, puis faire place au spectre de structure de l'hydrogène.

Dans une autre expérience, le sodium fut remplacé par un morceau de magnésium. En procédant comme nous venons de le dire, on observa les mêmes phénomènes et en outre il existait une ligne à 500.

Le point important à signaler est donc l'existence de la ligne 500

(¹) M. Lockyer appelle ainsi un tube en T, dont la branche horizontale, que traverse l'effluve électrique, est placée devant la fente dans le prolongement de l'axe du collimateur, de sorte qu'on regarde le tube lumineux *par le bout* (*end-on*).

dans le spectre obtenu en chauffant du magnésium et l'absence de cette ligne dans le spectre du gaz qui se dégage du sodium chauffé dans les conditions énoncées.

E. RECHERCHES DES CONDITIONS DANS LESQUELLES LES LIGNES C ET F DE L'HYDROGÈNE DISPARAISSENT DU SPECTRE.

La présence des lignes brillantes de l'hydrogène dans les spectres des nébuleuses, de beaucoup d'étoiles à lignes brillantes et des étoiles dites *nouvelles*, fait comprendre l'importance de l'étude des changements variés que peut subir l'hydrogène suivant les conditions de température et de pression. J'ai indiqué, il y a bien longtemps, que, si l'on examine, dans certaines conditions, le spectre de l'hydrogène à la température la plus basse possible, la raie F reste brillante longtemps après que C a disparu; et ma conviction a toujours été que le spectre qui reste visible, quelquefois d'une façon très intense, après qu'on a fait disparaître du tube spectral les lignes principales de l'hydrogène, est également dû à l'hydrogène, bien que beaucoup d'observateurs, et M. Cornu tout récemment encore, soient disposés à l'attribuer aux impuretés du tube.

Je commençais à dresser le spectre dit *de structure de l'hydrogène* au *College of Chemistry*, en 1869, quand d'autres occupations m'empêchèrent d'achever ce travail. Mais cette interruption eut peu d'importance; car, tout récemment, M. le Dr Hasselberg a communiqué à l'Académie de Saint-Petersbourg, sur cette question, un admirable Mémoire accompagné d'une Planche [*Recherches sur le second spectre de l'hydrogène*, par M. le Dr B. Hasselberg (*Mémoires de l'Académie impériale des Sciences de Saint-Petersbourg*, série VII, t. XXX, n° 7)]. On voit sur la fig. 2 les parties les plus brillantes du spectre de structure de l'hydrogène.

Pour obtenir aisément l'hydrogène nécessaire à ces recherches, on emploie soit du sodium qui n'a jamais été au contact de l'hydrocarbure, soit un fil de magnésium; on place le métal dans la partie inférieure d'un tube de verre dont l'une des extrémités peut servir de *end-on tube*, et on le chauffe doucement après avoir obtenu un vide tellement parfait que l'étincelle ne passe pas à travers le

ble. Bientôt le spectre de l'hydrogène commence à être visible (qu'on ait employé du sodium ou du magnésium), accompagné quelquefois des cannelures du carbone à basse température.

Si, au commencement de l'expérience, le vide a été bien parfait, on verra d'abord les lignes C et F sans aucune trace de structure. L'hydrogène sera d'un rouge magnifique. Si alors on cesse de faire fonctionner la pompe à mercure, et si l'on continue à chauffer le sodium, on atteindra le moment où la conductibilité du gaz est maxima et, la bouteille de Leyde n'étant pas dans le circuit, on ne verra absolument que le spectre de structure de l'hydrogène sans trace de C ni de F. La disparition graduelle de F est très frappante, et, lorsque cette raie n'est plus dans le champ, l'éclat des lignes du spectre de structure semble plus intense.

La région la plus brillante du spectre est alors voisine de D. Dans le bleu vert nous trouvons la ligne 464, plus réfrangible que F, une ligne double 4930 et 4935, puis d'autres lignes moins réfrangibles. Tels sont les phénomènes qu'on obtient avec le sodium. Si l'hydrogène employé provient du magnésium ou d'un cristal d'olivine, les autres conditions restant les mêmes, nous ne trouvons aucun changement dans les phénomènes relatifs aux lignes de l'hydrogène; mais il apparaît, dans le spectre, une ligne ayant 500 pour longueur d'onde. Cette ligne a été observée dans d'autres circonstances et elle a été classée, par M. le Dr Copeland (1) et par moi, parmi celles du spectre du magnésium.

F. EXPÉRIENCES RELATIVES AUX SPECTRES DE MÉTÉORITES A DE BASSES TEMPÉRATURES.

Toutes les observations récentes ont porté sur des météorites authentiques, dont des fragments avaient été mis gracieusement

(1) Il faut ajouter à la Table de M. Copeland le nombre 500,6, qui représente la longueur d'onde de la première des raies de la grande bande du spectre du magnésium, tel que l'a déterminé M. Lecoq de Boisbaudran au moyen du spectre étincelle du chlorure de magnésium. Ce spectre se confond, dans cette région, moins, avec le spectre de la flamme du magnésium.

Il est à remarquer que cette ligne de 500,6 coïncide presque rigoureusement avec la ligne la plus brillante des spectres des nébuleuses planétaires. (Dr Coren, *Copernicus*, t. II, p. 109.)

à ma disposition par les « Trustees » du Musée britannique.

a. Dans la flamme oxyhydrique. — Les observations n'ont donné en tout que dix ou douze lignes appartenant aux métaux : Mg, Fe, Na, Li, K, et deux cannelures, l'une du Mn, l'autre du Fe.

b. Avec une bobine en quantité, sans bouteille de Leyde. — Les observations ont donné en tout vingt lignes environ appartenant aux métaux : Mg, Na, Fe, Sr, Ba, Ca, Cr, Zn, Bi, Ni, et quatre lignes d'origine inconnue.

c. En chauffant dans un tube vide traversé par un courant électrique. — On place un petit fragment de météorite ferrugineuse au milieu d'un tube horizontal, de façon que l'étincelle en traversant le tube passe sur ce fragment. En faisant le vide complètement et en plaçant le *end-on tube* en face du spectroscope, le premier spectre qu'on observe est celui de l'hydrogène; les cannelures du carbone ne sont visibles que par instants. En chauffant très doucement le fragment de météorite au moyen d'un brûleur de Bunsen placé à une certaine distance au-dessous du tube, on voit que la lueur change de couleur au-dessus de la météorite; la ligne 500 est constamment visible et, par instants, on aperçoit une autre ligne 495 coïncidant, selon toute apparence, avec la seconde ligne du spectre des nébuleuses. Cette ligne est moins réfrangible que la ligne de structure de l'hydrogène située dans cette région et qui occupe la même position que la ligne du baryum. Cependant, si l'on continue à chauffer, spécialement dans le cas des météorites pierreuses, cette lueur fait bientôt place à une lumière verte plus brillante où apparaissent, outre la raie *b* du magnésium, beaucoup d'autres lignes accompagnées maintenant des cannelures du carbone. Les observations faites dans les conditions énoncées sont représentées *fig. 2* et *2A*.

Chaque fois que, dans ces observations et avec la dispersion employée, une ligne d'un spectre de météorite coïncidait avec une ligne métallique et que la ligne la plus brillante de ce métal faisait défaut, j'ai regardé cette ligne comme provenant de quelque autre substance. Ainsi j'ai vu quelquefois une ligne 5480, coïncidant en apparence, sous la dispersion employée, avec les lignes vertes du

strontium et du nickel; parfois alors la ligne 4607, la plus brillante du strontium, faisait défaut, et il était légitime d'attribuer au nickel la présence de la ligne 5480; mais si 4607 avait été présente, on aurait pu l'attribuer au strontium.

Comparaisons des observations précédentes entre elles et avec celles qui ont été faites sur divers corps célestes.

Afin de comparer entre eux les différents phénomènes observés, j'ai classé et rapporté avec soin sur des Cartes toutes les observations connues des cannelures, lignes brillantes et raies noires, données par les étoiles, les comètes et les nébuleuses, en ramenant les observations à une échelle commune, quand il y avait lieu de le faire. Au moyen des Cartes ainsi construites, j'ai pu comparer l'ensemble des observations célestes avec le travail de laboratoire dont je viens de parler.

Voici le résultat des comparaisons que j'ai déjà pu faire.

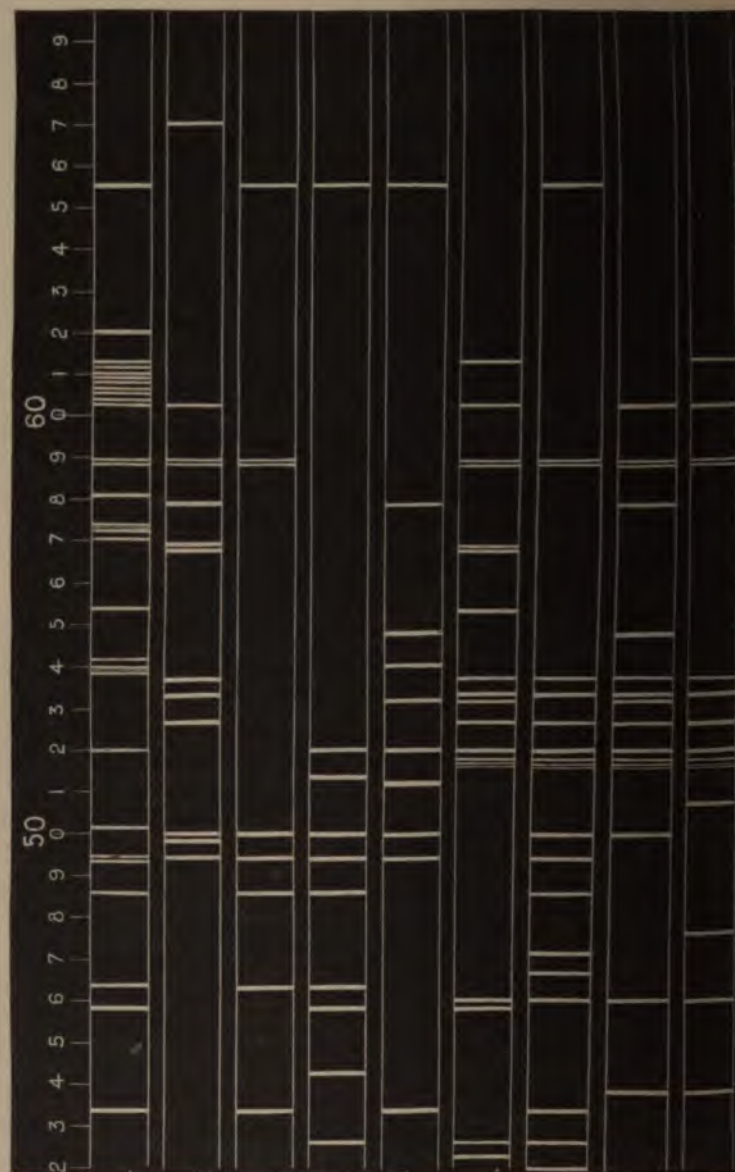
I. — COMPARAISON DES SPECTRES DES MÉTÉORITES OBSERVÉES DANS DIFFÉRENTES CONDITIONS, SURTOUT AU POINT DE VUE DU MAGNÉSIUM, DU FER ET DU MANGANESE, AVEC LES LIGNES BRILLANTES OBSERVÉES À DE BASSES TEMPÉRATURES.

Les conclusions principales sont les suivantes :

1° On ne voit dans les météorites, dans leurs différentes conditions, que les lignes de basses températures de Mg, Na, Fe, Cr, Mn, Sr, Ca, Ba, K, Pb, Bi et Ni. On ne les voit pas toutes dans le spectre d'une même météorite, ni dans chaque cas particulier. Les détails des observations individuelles sont donnés *fig. 2* et *2a*.

2° Dans le cas du magnésium, la ligne que l'on rencontre le plus souvent est le reste de la cannelure ($\lambda = 500$), tandis que la principale ligne ultra-violette que donne la photographie est la ligne 373, signalée précédemment, dans les mêmes conditions, par MM. Liveing et Dewar. Dans l'étincelle de quantité, on voit d'autres lignes, notamment b_1 , b_2 , b_3 et 5201. La ligne 500 prenait un éclat plus intense quand le nombre des éléments était diminué, prouvant ainsi qu'elle est due à un groupement moléculaire qui existe surtout à basse température.

Fig. 2.



Hydrogène froid.

Flamme de météorite
(sept. 26, oct. 2).Lueur de météorite
(sept. 24).Olivine (lueur
(sept. 27).Olivine chauffée
(oct. 3).Météorite (étincelle)
(oct. 3, 7, 12).Olivine (étincelle)
dans l'hydrogène
(sept. 29).Météorite de Bilarg
(oct. 3, 12).Météorite de Neufch
(oct. 13).



Spectres de l'olivine et de météorites observées dans différentes conditions.

3° Dans le cas du manganèse, la seule ligne 5395 visible à la température du brûleur de Bunsen est aussi la seule ligne que l'on rencontre dans les météorites.

4° Les lignes du fer observées dans les météorites sont les plus brillantes de celles qu'on rencontre en brûlant une gaze de fils de fer dans la flamme. En voici les principales : 5268, 4383, 5790 et 6024. Il peut se faire, cependant, que les deux dernières appartiennent, non au fer, mais à une substance commune aux fils de fer et aux météorites.

II. — COMPARAISON DES SPECTRES DES MÉTÉORITES EN GÉNÉRAL AVEC LES LIGNES BRILLANTES ET LES CANNELURES OBSERVÉES DANS CEUX DES MÉTÉORES LUMINEUX, DES COMÈTES ET DE QUELQUES ÉTOILES.

α. Météores lumineux. — Les observations qui ont été faites, jusqu'à présent, sur les météores lumineux nous permettent d'affirmer la présence du magnésium, du sodium, du lithium, du potassium dans ces corps célestes, ainsi que celle du carbone décelée par un spectre cannelé identique à celui qu'on observe dans les comètes.

Pour justifier ces conclusions, nous citerons, parmi les savants les plus autorisés en pareille matière, M. de Konkoly et le professeur Herschel :

« Les 12, 13 et 14 août, j'observai, avec le spectroscopie, plusieurs météores; le 12, en particulier, je vis un bolide jaune, à belle traînée, émanant directement du radiant des Perséides. J'aperçus nettement dans la tête de ce météore les raies du lithium à côté de la raie du sodium. Le 13 août, à 10^h 46^m 10^s, j'observai au Nord-Est un magnifique bolide, d'un vert d'émeraude, aussi brillant que Jupiter et animé d'un mouvement très lent. Tout d'abord, le noyau de ce bolide ne donnait qu'un spectre continu, très brillant, contenant la ligne du sodium; mais je vis apparaître, une seconde après, la raie du magnésium et, je ne crois pas me tromper en l'affirmant, celles du cuivre. On distinguait en outre, sur ce spectre, deux lignes rouges très faibles ('). »

« On remarqua, en novembre 1866, que quelques-unes des

(') KONKOLY, *Observatory*, vol. III, p. 157.

traînée verte des Léonides étaient, en apparence, monochromatiques ou du moins que les prismes à réfraction ne les dispersaient pas; d'où nous concluons, je l'espère, quand on aura fait de nouvelles découvertes avec le spectroscopie à météore, que la ligne verte très prononcée du magnésium est l'élément principal de la lumière verdâtre des météores (¹). »

Un peu plus loin, dans la même lettre, le professeur Herschel mentionne l'observation que fit M. de Konkoly de la raie brillante *b* du magnésium et de la raie jaune du sodium, dans un météore du 26 juillet 1873.

Je cite encore le professeur Herschel (²) :

« Dans la matinée du 13 octobre de la même année, M. de Konkoly observa avec le spectroscopie à météore de Browning la traînée longtemps persistante d'un bolide visible au Nord-Est de O'Gyalla. Elle présentait, d'une manière remarquable, la ligne jaune du sodium, la raie verte du magnésium et d'autres lignes dans le rouge et dans le vert. M. de Konkoly examina attentivement ces dernières avec un spectroscopie stellaire adapté à l'équatorial, et il put les identifier, par comparaison directe, avec les lignes du gaz des marais d'un tube électrique de Geissler. Elles restèrent visibles pendant onze minutes dans le spectroscopie stellaire; puis on continua à voir, avec beaucoup d'éclat, les raies du sodium et du magnésium dans le spectroscopie à météore.

La ligne verte *b* du magnésium, qui, dans les météores lumineux, se présente comme une ligne brillante, nous prouve que la température des météores, lorsqu'ils passent dans notre atmosphère, est plus élevée que celle du brûleur de Bunsen, et nous pouvons ajouter qu'elle est plus élevée que celle des comètes en général, bien qu'il y en ait, parmi celles-ci, qui présentent au périhélie les lignes *b* du magnésium et celles du fer, comme on le verra plus loin.

Quand on aura fait d'autres observations sur les spectres de météores, on trouvera, je l'espère, que les deux lignes que M. de Konkoly considère comme dues probablement au cuivre appartiennent au fer.

(¹) HERSCHEL, Lettre à la *Nature*, vol. XXIV, p. 507.

(²) *Ibid.*

Cette comparaison nous conduit donc à ces conclusions principales :

1° La température des météores lumineux est supérieure à celle du brûleur de Bunsen ;

2° Les météorites qui donnent lieu aux phénomènes que nous discutons en ce moment ont une température plus élevée que celle à laquelle nous pouvons porter des fragments de météorites en nous servant de la flamme de Bunsen ;

3° Dans les deux cas, on observe les cannelures du carbone

β. *Comètes.* — Quand on porte les météorites à une *haute température* dans un tube de Geissler, le tube tout entier donne, pendant le passage du courant électrique, le spectre du carbone.

Lorsqu'un essaim météorique s'approche du Soleil, toute la région de l'espace occupée par ces météorites (qui, d'après le professeur Newton, couvraient, dans le cas de la comète de Biela, une étendue de 30 milles : $49^{\text{km}}, 279$) donne le même spectre et, de plus, ce spectre est fourni par une partie au moins de la queue, qui, dans le cas de la comète de 1680, s'étendait à 60 millions de milles : 96558894^{km} . L'illumination doit donc être de nature électrique ; elle est probablement en rapport avec la répulsion électrique qu'éprouvent les vapeurs sous l'action du Soleil, de sorte qu'elle ne dépend pas uniquement des collisions.

Laissant maintenant les cannelures des spectres cométaires, nous trouvons que la plupart des lignes observées au périhélie coïncident avec des lignes qu'on a rencontrées dans les spectres des fragments de météorites, tandis que les lignes de basses températures du magnésium sont absentes. Dans la grande comète de 1882, sur laquelle l'attention des savants a été portée par l'examen spectroscopique qu'en a fait M. Copeland (¹), on a pu observer les raies D du sodium, les lignes de basse température du fer : 5268, 5327, 5371, 5790 et 6024 ; la raie 5395 du spectre du manganèse à la température du brûleur de Bunsen, et une ligne voisine de *b*, due, peut-être, au magnésium ou à un vestige d'une cannelure du carbone. On voyait, en outre, une ligne 5475, due, probablement, au nickel, l'absence de la raie bleue du strontium indiquant que cette ligne n'était pas, vraisemblablement, la raie verte de ce der-

(¹) *Copernicus*, vol. II, p. 234.

nier métal. On observait en outre quatre autres lignes moins réfrangibles que D dont on n'a pas encore pu connaître l'origine. A mesure que la comète s'éloigna du périhélie, les lignes s'éteignirent graduellement; la ligne du fer 5268 et la ligne voisine de *b* persistèrent le plus longtemps. L'absence de D constatée, avant la disparition de toutes les lignes, est causée, sans doute en partie, par le très grand éclat du spectre continu dans cette région.

Dans les comètes de 1866-67, observées loin du Soleil, on n'a vu que la seule ligne 500 (1).

Il est juste de dire que je ne connaissais pas ces observations quand je commençai ce Mémoire. Le fait que la ligne 500 reste seule dans la *Nova Cygni* m'avait amené à croire qu'il en devait être de même pour les comètes, si mon opinion était exacte. Or nous constatons maintenant que l'observation décisive que j'avais l'intention d'entreprendre a été faite il y a vingt ans.

Dans les comètes *b* 1881 et *c* 1882, les seules lignes qui ont été notées sont les lignes *b* du magnésium; mais, comme précédemment, l'absence apparente des autres lignes peut être due à l'éclat du spectre continu.

Des cinq bandes que l'on voit dans la photographie, faite par M. Huggins avec une large fente, du spectre de la comète de Wells, il n'y en a pas moins de trois qui correspondent nettement en position avec trois lignes qu'on a vues dans les spectres des météorites. Les longueurs d'onde de ces lignes sont : 4253, 4412 et 4769, et il est bon de noter que leur origine n'est pas encore connue. Les deux autres bandes ont pour longueurs d'onde 4507 et 4634.

Ainsi, on le voit, les mouvements relatifs intérieurs des particules cométaires peuvent être ou lents ou rapides, par suite le

(1) En janvier 1866, je communiquai à la Société Royale le résultat de l'examen que j'avais fait d'une petite comète visible au commencement de cette année (*Roy. Soc. Proc.*, vol. XV, p. 5). J'examinai, en mai 1867, le spectre d'une autre comète, faible et petite. Les spectres de ces corps, autant que leur faible lumière permit de les observer, se ressemblaient beaucoup. Pour chacune de ces comètes, le spectre du léger noyau semblait composé d'une ligne brillante entre *b* et F, occupant à peu près la position de la ligne double du spectre de l'azote, tandis que la nébulosité entourant le noyau et formant la chevelure donnait un spectre continu en apparence. (Huggins, *Roy. Soc. Proc.*, vol. XVI, p. 387.)

nombre des collisions et, avec lui, la chaleur des pierres qui s'entrechoquent peuvent être extrêmement variables; le spectre de la comète ressemble toujours à celui que donnent les météorites dans les tubes de Geissler.

γ. Étoiles dont les spectres présentent les cannelures observées dans les météores lumineux, dans les comètes et dans les expériences de laboratoire. — Les cannelures les plus brillantes du carbone n'ont pas seulement été observées dans les météores lumineux et dans les comètes, mais encore dans les étoiles de la classe III a et dans quelques *Novæ*, notamment dans *Nova Orionis*. Ainsi donc, quant à présent, nous pouvons, jusqu'à un certain point, classer ces corps avec les météores lumineux et les comètes. Mais il existe entre ces phénomènes des différences importantes : nous y rencontrons à la fois et l'absorption et le rayonnement. Un examen attentif montre que, dans ces corps, les cannelures sombres (ou d'absorption) sont dues en partie à l'absorption de la lumière par les cannelures les plus remarquables du magnésium et du zinc observées aux basses températures. On complète, en ce moment, ces recherches.

Nous rencontrons donc dans ces corps célestes un spectre présentant intégralement le *rayonnement* du carbone et l'*absorption* des vapeurs de magnésium et de zinc.

La loi d'économie nous conduit à attribuer la cannelure brillante du carbone, qu'on observe dans les spectres de ces étoiles, à la même cause qui agit dans les comètes, où nous savons qu'elle est produite par les vapeurs existant entre les météorites individuelles ou qui se dégagent de chacune d'elles.

Nous sommes donc conduits à conclure que les phénomènes d'absorption sont produits par la vapeur incandescente entourant elle-même les météorites portées, par les collisions, à une température extrêmement élevée.

Ces étoiles ne sont donc pas des masses à l'état de vapeur, comme notre Soleil, mais des nuages de pierres incandescentes.

Nous nous trouvons probablement ici en présence du premier âge d'une condensation de météorites.

(A suivre.)

MÉMOIRES ET OBSERVATIONS.

ÉLÉMENTS ET ÉPHÉMÉRIDE DE LA COMÈTE 1873 II (TEMPEL);

PAR M. L. SCHULHOF.

1889 février 10,0, temps moyen de Paris.

M.....	1.29.45,2	} Équin. et éclipt. 1890,0.
π	306. 8. 2,9	
Q.....	121. 9.17,1	
i.....	12.45. 4,8	
ϖ	33.30.40,3	
μ	680",8415	

Éphéméride pour 12^h temps moyen de Paris.

Dates.	R app.	Q app.	log Δ .
	^h ^m ^s		
1888. Nov. 10.....	16. 2.12	—14.11,5	0,4080
14.....	16.13.34	14.57,7	0,4053
18.....	16.25.14	15.41,9	0,4026
22.....	16.37.11	16.23,9	0,3998
26.....	16.49.26	17. 3,5	0,3971
30.....	17. 1.59	17.40,4	0,3943
Déc. 4.....	17.14.49	18.14,3	0,3916
8.....	17.27.56	18.45,0	0,3889
12.....	17.41.18	19.12,2	0,3863
16.....	17.54.56	19.35,6	0,3838
20.....	18. 8.48	19.55,1	0,3814
24.....	18.22.53	20.10,4	0,3792
28.....	18.37. 9	20.21,2	0,3771
1889. JANV. 1.....	18.51.36	20.27,5	0,3751
5.....	19. 6.11	20.29,2	0,3733
9.....	19.20.52	20.26,1	0,3717
13.....	19.35.38	20.18,2	0,3703
17.....	19.50.26	20. 5,5	0,3691
21.....	20. 5.15	19.48,1	0,3682
25.....	20.20. 3	19.26,0	0,3674
29.....	20.34.48	18.59,4	0,3669
FÉVR. 2.....	20.49.28	18.28,5	0,3667
6.....	21. 4. 2	17.53,5	0,3667
10.....	21.18.28	17.14,7	0,3669
14.....	21.32.44	16.32,4	0,3673
18.....	21.46.50	15.46,9	0,3680
22.....	22. 0.45	—14.58,6	0,3689

Dates.	R app. h m s	(Q) app.	log Δ.
1889. FÉVR. 26.....	22.14.27	—14. 7,7	0,3700
MARS 2.....	22.27.57	13.14,7	0,3712
6.....	22.41.14	12.19,9	0,3727
10.....	22.54.18	11.23,7	0,3743
14.....	23. 7. 7	10.26,4	0,3760
18.....	23.19.43	9.28,3	0,3779
22.....	23.32. 5	8.29,8	0,3799
26.....	23.44.14	7.31,1	0,3819
30.....	23.56. 9	6.32,6	0,3841
AVRIL 3.....	0. 7.51	5.34,5	0,3863
7.....	0.19.20	4.37,0	0,3885
11.....	0.30.36	3.40,4	0,3907
15.....	0.41.40	2.44,8	0,3929
19.....	0.52.31	1.50,5	0,3951
23.....	1. 3.11	0.57,5	0,3972
27.....	1.13.39	— 0. 6,1	0,3993

La comète reste toujours trop près du Soleil et il n'y a malheureusement aucun espoir de la retrouver. En 1894, les circonstances de visibilité seront, après le passage au périhélie, un peu plus favorables qu'en 1883, époque à laquelle MM. Tempel et Hartwig crurent voir des traces de la comète sans pouvoir l'observer.

ÉPHÉMÉRIDE DE LA PLANÈTE SYLVIA (87), POUR L'OPPOSITION DE 1888,

PAR M. OLTRAMARE, A PARIS.

(Éléments tirés du *Berliner Jahrbuch* de 1890.)

A minuit temps moyen de Paris.

Dates.	R app. h m s	Diff. s	(Q) app.	Diff. "	log Δ.	T
1888.						
Nov. 18.....	4.35.40,78		+19.30. 8,1		0,396804	2
19.....	34.52,81	—47,97	30.43,7	+35,6	0,396431	2
20.....	34. 4,39	48,42	31.18,8	35,1	0,396110	2
21.....	33.15,57	48,82	31.53,5	34,7	0,395841	2
22.....	32.26,39	49,18	32.27,9	34,4	0,395624	2
23.....	31.36,90	49,49	33. 1,9	34,0	0,395460	2
24.....	30.47,14	49,76	33.35,6	33,7	0,395349	2
25.....	29.57.16	49,98	34. 9,0	33,4	0,395292	2
26.....	29. 7,02	50,14	34.42,2	33,2	0,395289	2
27.....	28.16,75	50,27	35.15,2	33,0	0,395340	2
28.....	27.26,40	50,35	35.48,0	32,8	0,395444	2
Nov. 29.....	4.26.36,03	—50,37	36.20,6	+32,6	0,395603	2

MÉMOIRES ET OBSERVATIONS.

427

Dates. 1898.	Rapp. h m s	Diff. s	Wapp. s	Diff. s	log Δ.	T. d'aberr m s
30.....	4.25.45,68	-50,35	+19.36.53,3	+32,7	0,395816	20.41
1.....	24.55,41	50,27	37.26,0	32,7	0,396083	20.42
2.....	24. 5,27	50,14	37.58,8	32,8	0,396404	20.43
3.....	23.15,30	49,97	38.31,8	33,0	0,396779	20.44
4.....	22.25,57	49,73	39. 5,1	33,3	0,397208	20.45
5.....	21.36,12	49,45	39.38,7	33,6	0,397690	20.46
6.....	20.47,00	49,12	40.12,7	34,0	0,398224	20.48
7.....	19.58,25	48,75	40.47,1	34,4	0,398811	20.49
8.....	19. 9,93	48,32	41.22,2	35,1	0,399450	20.51
9.....	18.22,08	47,85	41.57,8	35,6	0,400140	20.53
10.....	17.34,74	47,34	42.34,2	36,4	0,400881	20.55
11.....	16.47,96	46,78	43.11,3	37,1	0,401672	20.57
12.....	16. 1,77	46,19	43.49,4	38,1	0,402513	20.59
13.....	15.16,22	45,55	44.28,3	38,9	0,403403	21. 2
14.....	14.31,35	44,87	45. 8,3	40,0	0,404340	21. 5
15.....	13.47,19	44,16	45.49,3	41,0	0,405325	21. 8
16.....	13. 3,79	43,40	46.31,4	42,1	0,406356	21.11
17.....	12.21,17	42,62	47.14,7	43,3	0,407433	21.14
18.....	11.39,38	41,79	47.59,4	44,7	0,408554	21.17
19.....	10.58,45	40,93	48.45,4	46,0	0,409719	21.20
20.....	10.18,40	40,05	49.32,9	47,5	0,410928	21.24
21.....	9.39,27	39,13	50.21,8	48,9	0,412179	21.28
22.....	9. 1,11	38,16	51.12,3	50,5	0,413470	21.32
23.....	8.23,93	37,18	52. 4,4	52,1	0,414801	21.36
24.....	4. 7.47,76	-36,17	+19.52.58,3	+53,9	0,416172	21.40

OBSERVATIONS DE LA PLANÈTE (116) SIRONA ET DE LA COMÈTE BROOKS (1888, août 7).

FAITES A L'OBSERVATOIRE DE MARSEILLE

(Équatorial d'Eichens, 0^m, 26 d'ouverture).

Heure de l'obs.								
T. m. Marseille.	ΔR.	ΔP.	N. dec.	R app.	log. f. p.	P app.	log. f. p.	★

(116) Sirona (observateur M. Esmiol).

	h m s	m s		h m s				
29.	10.12.44	+1.50,05	-0.25,0	7.7	16.15.57,24	-1,261	111.33.48,7	-0,897 1
1.	10. 9. 9	-0.55,28	-3.36,7	8.8	16.13.11,93	-1,208	111.30.37,1	-0,899 2
2.	9.54. 3	-1.50,03	-4.36,8	7.7	16.12.17,19	-1,257	111.29.37,0	-0,897 3
4.	10.34.35	-1.36,85	+8.24,3	7.7	16.10.27,17	-2,918	111.27.26,1	-0,898 4

Heure de l'obs.
Donc. T m Marseille. $\Delta M.$ $\Delta P.$ N de c. M_{app} log f. p. P_{app}

(116) Sirona (observateur M. Esmiol).

1888.		h	m	s		m	s			h	m	s					
JUIN	5.	9.58.	4	—	2.29,15	+7.19,9	7.7	16.	9.34,87	—1,163	111.26.21,7						
	6.	9.59.	0	—	3.22,22	—6.16,9	5.5	16.	8.41,82	—1,128	111.25.18,8						
	8.	10.18.	1	+	2.2,53	+5.24,5	6.6	16.	6.57,68	—1,288	111.23.2,1						
	10.	10.1.56	+	1.12,66	—0.10,2	8.8	16.	5.18,02	—1,956	111.21.0,1							
	11.	10.25.16	—	0.26,46	+2.21,0	7.7	16.	4.28,71	—2,525	111.19.58,6							
	12.	10.12.58	—	1.13,34	+1.19,4	7.7	16.	3.41,83	—2,691	111.18.57,0							
	13.	10.24.1	—	3.30,17	—1.30,1	7.7	16.	1.25,01	+3,310	111.16.7,6							

« Brooks (1888, août 7) (observateur M. Coggia).

AOUT	9.	9.24.5	—	3.50,61	—3.58,4	5.5	10.21.57,35	+1,704	45.10.33,0
	10.	9.4.39	+	3.38,75	—5.0,7	5.5	10.29.26,72	+1,731	45.9.30,9
	11.	9.27.46	+11.26,43	—3.58,9	3.3	10.37.14,40	+1,709	45.10.32,9	
	14.	8.51.30	—	3.42,29	—2.35,0	5.5	11.0.23,45	+1,754	45.25.48,1
	15.	9.17.44	+	4.17,03	+6.52,8	5.5	11.8.22,77	+1,734	45.35.16,0

Positions des étoiles de comparaison.

★	Nom de l'étoile.	Gr.	$M_{\text{moy. 1888,0.}}$	Réd. au j.	$P_{\text{moy. 1888,0.}}$	Réd. au j.
1...	6749 Yarnall	8,0	16.14. 5,31	+1,88	111.34.14,0	—0,3
2...	6749 Yarnall	8,0	16.14. 5,31	+1,90	111.34.14,0	—0,2
3...	6749 Yarnall	8,0	16.14. 5,31	+1,91	111.34.14,0	—0,2
4...	6737 Yarnall	9,0	16.12. 2,10	+1,92	111.19. 1,9	—0,1
5...	6737 Yarnall	9,0	16.12. 2,10	+1,92	111.19. 1,9	—0,1
6...	6737 Yarnall	9,0	16.12. 2,10	+1,94	111.19. 1,9	0,0
7...	6689 Yarnall	9,5	16. 4.53,21	+1,94	111.17.37,2	+0,4
8...	6682 Yarnall	9,2	16. 4. 3,41	+1,95	111.21. 9,8	+0,5
9...	6689 Yarnall	9,5	16. 4.53,21	+1,96	111.17.37,2	—0,4
10...	6689 Yarnall	9,5	16. 4.53,21	+1,96	111.17.37,2	+0,4
11...	6689 Yarnall	9,5	16. 4.53,21	+1,97	111.17.37,2	+0,5
12...	470 W ₂ H. X	7	10.25.48,75	—0,79	45.14.32,8	—1,4
13...	470 W ₂ H. X	7	10.25.48,75	—0,78	45.14.32,8	—1,2
14...	470 W ₂ H. X	7	10.25.48,75	—0,78	45.14.32,8	—1,0
15...	13-14 W ₂ H. XI	8,9	11. 4. 6,48	—0,74	45.28.25,9	—2,8
16...	13-14 W ₂ H. XI	8,9	11. 4. 6,48	—0,74	45.28.25,9	—2,7

La planète (116) Sirona, rencontrée le 12 mai par M. Borrelly, a d'abord considérée comme nouvelle et affectée du n° 278, qui a été ensuite transféré à la planète découverte le 16 mai par M. Palisa.

REVUE DES PUBLICATIONS ASTRONOMIQUES.

K. BOHLIN. — OM BESTÄMMINGEN AF KONSTANTERNA VID DEN DAGLIGA NUTATIONEN (*Öfversigt af K. Vetenskaps-Akad. Förhandlingar*, 1888. Stockholm). in-8°.

La théorie de la nutation diurne, telle qu'elle a été développée par M. Folie, suppose, jusqu'à un certain point, la fluidité intérieure du globe. En effet, cette nutation à courte période dépend d'une constante K, proportionnelle à la différence $B - A$ de deux moments d'inertie qui paraissent être sensiblement égaux pour la Terre entière, et M. Folie pense qu'on ne peut attribuer à la différence en question une valeur appréciable qu'en considérant A, B comme les moments d'inertie d'une croûte relativement mince qui enveloppe un noyau, fluide au moins sous une certaine épaisseur, et dont elle est plus ou moins indépendante (*Comptes rendus*, décembre 1886 et janvier 1887; *Astronomische Nachrichten*, n° 2768, etc.). En dehors de la constante K, les formules renferment une autre inconnue, la longitude $\mathcal{L}$ du « premier méridien », qui passe par l'axe du plus petit des trois moments d'inertie principaux de la croûte terrestre.

Appliquées à diverses séries d'observations par l'auteur lui-même, par M. L. de Ball et par M. Niesten, ces formules ont donné pour la constante K des valeurs comprises entre zéro et 0",36. Les premières déterminations de M. de Ball (*Astronomische Nachrichten*, n° 2542) variaient entre 0",03 et 0",11 et semblaient confirmer la théorie; plus tard, M. de Ball a cru devoir formuler des réserves (*Astronomische Nachrichten*, n° 2593). M. Folie a pris, pour valeur de K, d'abord 0",20 ou 0",15, puis, dans ses dernières publications, 0",05. Quant à la longitude du premier méridien, les déterminations ne sont pas non plus trop discordantes : la plupart le rejettent vers le Pacifique.

Comme la nutation diurne en ascension droite a le facteur $\tan \delta$, elle doit être particulièrement sensible pour les circompolaires. La moyenne des deux culminations d'une circompolaire fournit une équation de condition de forme linéaire en introduisant les deux inconnues

$$x = -K \tan \delta \cos(\alpha + 2\mathcal{L}), \quad y = -K \tan \delta \sin(\alpha + 2\mathcal{L}),$$

et cette moyenne a l'avantage de ne plus contenir que l'une des constantes instrumentales m , n (le terme $n \tan \delta$ se trouvant éliminé).

M. K. Bohlin a essayé de déterminer, de cette façon, K et $\mathcal{L}$ par une série de passages doubles de δ Petite Ourse, observés autrefois à Poul-

kova par A. Wagner. Les équations sont de la forme

$$ax + by + z = c,$$

où le terme c représente l'écart autour de la moyenne, et z une correction constante de l'ascension droite. Les écarts c varient de $-0^{\circ}, 2'$ à $+0^{\circ}, 35'$, et M. Bohlin trouve $x = 0^{\circ}, 019$, $y = 0^{\circ}, 030$; d'où enfin

$$K = 0^{\circ}, 032, \quad \mathcal{L} = 11^{\circ} \text{ Est de Greenwich.}$$

Mais les équations de condition ne sont guère vérifiées, les écarts ne sont pas diminués par ces corrections. Ces écarts ont manifestement le caractère d'erreurs accidentelles. Aussi M. Bohlin convient-il lui-même que le résultat n'a rien de bien concluant.

R.

K. BOHLIN. — OM BETYDELSEN AF LEFVANDE KRAFTENS PRINCIP FÖR FRÅGAN OM DYNAMISKA SYSTEMS STABILITET (*Bihang till K. Svenska Vet.-Akad. Handlingar*, t. XIII, I)

K. BOHLIN. — OM EN GRUPP AF DIFFERENTIALEQVATIONER, HVILKAS SOLUTION MEDFÖR S. K. SMÅ DIVISORER (*Öfversigt af K. Vet.-Ak. Förhandlingar*, 1887, n° 5). Stockholm; 1887, in-8°.

Ces deux Mémoires, présentés l'année dernière par M. Karl Bohlin à l'Académie des Sciences de Stockholm, renferment la substance d'un travail qui a été inséré, un peu plus tard, aux *Acta mathematica*, et que nous avons déjà analysé ici-même (*Bulletin*, V, p. 207).

Le premier, qui traite « du rôle du principe des forces vives dans la question de la stabilité des systèmes dynamiques », contient cependant une discussion plus détaillée du célèbre problème de Jacobi (deux centres d'attraction, dont l'un est fixe et l'autre mobile); on y trouve aussi un certain nombre de figures qui facilitent beaucoup l'intelligence des raisonnements relatifs aux courbes qui délimitent le champ des mouvements possibles. Le second Mémoire, « Sur un groupe d'équations différentielles dont la solution introduit des diviseurs très petits », offre une application des méthodes du premier à un cas particulier du problème des perturbations, celui où les moyens mouvements n , n' sont commensurables.

R.

G.-V. SCHIAPARELLI. — OSSERVAZIONI SULLE STELLE DOPPIE. Serie prima.

Jusqu'à 1865, l'observatoire de Bréra, à Milan, ne possédait pas de lunette de plus de 4 pouces d'ouverture. En 1861, M. Schiaparelli ayant

découvrit la planète (69) Hespérie, il obtint un équatorial de Merz de 8 pouces, qui fut installé à la fin de 1865 et avec lequel ont été faites, de 1875 à 1885, les mesures d'étoiles doubles (relatives à 465 systèmes) contenues dans ce Mémoire. Voici le résumé de son intéressante *Introduction* :

L'instrument. — Il ressemble au célèbre équatorial de Dorpat, avec quelques perfectionnements dans le mode d'éclairage, etc. Le régulateur de l'appareil d'entraînement était d'abord un pendule conique, remplacé plus tard par le régulateur à frottement de Fraunhofer. Le centre de l'instrument est à 28^m au-dessus du sol. Le pied est en fonte de fer, de la forme de ceux de granit ou de marbre; mais il est moins encombrant, ce qui contribue à rendre l'instrument plus maniable : avantage que ne peuvent apprécier, dit M. Schiaparelli, que ceux qui ont eu l'occasion d'observer avec les gigantesques réfracteurs modernes. Son installation ne le met pas complètement à l'abri des vibrations; toutefois la stabilité est suffisante. Le tube est en bois.

L'objectif. — Il a 218^{mm} d'ouverture et 3^m,15 de distance focale; c'est un des plus parfaits qui existent de cet ordre de grandeur, comme le montrent les mesures de couples excessivement serrés. Sa transparence lui permet de montrer les étoiles 13,5 de l'échelle d'Argelander. Son achromatisme est tel qu'il réunit parfaitement tous les rayons depuis le rouge jusqu'à la fin du vert; mais les rayons plus réfringibles convergent plus tard et donnent autour des disques des belles étoiles une auréole azurée qui nuit à la définition. M. Schiaparelli les supprime par l'emploi d'un verre jaune foncé et a obtenu ainsi, principalement sur Mars, des définitions absolument parfaites, comme le montre bien sa découverte des canaux de cette planète, faite avec cet instrument.

L'aberration sphérique est insensible, malgré la faiblesse relative du rapport de la distance focale à l'ouverture (moins de 14,5).

Dans le cours des mesures, on a déterminé, pour des étoiles de diverses grandeurs, les diamètres des disques stellaires; voici les résultats déduits de 121 déterminations :

Grandeurs.	Diamètres.
4,52	0,71
6,18	0,64
6,91	0,59
7,40	0,61
7,70	0,59
8,15	0,57

Dans cet objectif, la partie moyenne du premier anneau lumineux a 0^m,93 de rayon et son éclat est $\frac{1}{39}$ de celui du disque central. Par suite, si deux étoiles sont de grandeurs n et $n + 4,4$, l'éclat du premier

anneau lumineux de la belle étoile est égal à l'éclat du disque de la petite. S'il s'agit d'une étoile double, le compagnon peut se trouver noyé dans le premier anneau lumineux de l'étoile principale et il en résulte une grande incertitude, pour la mesure de l'angle de position principalement; dans les mesures actuelles, ce cas s'est présenté pour Σ 1687 et Σ 2215.

Avec les forts grossissements, les disques des belles étoiles ne sont pas complètement circulaires, mais très légèrement triangulaires, ainsi que les anneaux. M. Schiaparelli a vainement cherché la cause de cette légère déformation, qui n'a aucun effet sensible sur la définition.

L'objectif est accompagné de sept oculaires positifs (grossissements 87 à 690) et de six oculaires négatifs. L'oculaire préféré pour voir, dans les meilleures conditions atmosphériques, est le cinquième oculaire positif qui grossit 417 fois; mais, pour mesurer des objets assez lumineux, les grossissements plus forts ont parfois été préférés.

Le micromètre. — Il a deux fils mobiles, conduits l'un par la vis micrométrique, l'autre par une seconde vis qui permet de changer l'origine; il est très léger, ce qui est particulièrement avantageux à Milan, dont le climat, ordinairement humide en hiver, exige qu'on l'enlève alors pour le conserver dans un endroit sec.

Le tour de vis ($23^{\circ},956$) a été déterminé par des passages d'étoiles équatoriales au méridien, méthode facile, dont l'exactitude, dit l'auteur, lui paraît égale aux meilleures de celles qui ont été employées. La température n'a pas d'influence sensible sur la valeur du tour de vis.

La mise au foyer se fait au moyen d'une vis et la position du micromètre est définie par une échelle. L'erreur probable de la rectification du foyer est $\pm 0^{\text{mm}},31$.

Erreurs du micromètre. — Après des considérations intéressantes sur les causes des erreurs périodiques des vis micrométriques, sur leurs changements quand on démonte le micromètre, on donne les observations faites pour déterminer les erreurs périodiques, tant *sens direct* que *sens rétrograde*: ces erreurs sont très faibles et il n'a pas été utile d'en tenir compte dans le calcul des distances.

Les observations. — Les directions ont été mesurées par des procédés variés; contrairement à l'opinion de J. Herschel, qui regardait la bissection des deux étoiles par un même fil comme la meilleure méthode. M. Schiaparelli croit que chaque observateur peut employer celle qui lui paraît la plus commode et la plus exacte. Il ne s'est pas astreint à tenir la tête toujours verticale.

Les distances ont été obtenues par la méthode de W. Struve, qui élimine la coïncidence par la mesure de la double distance; mais pour les couples très serrés on a dû employer divers artifices, ou seulement apprécier la distance; de nombreuses comparaisons entre des disques anciens

mesurées et des distances estimées permettent de passer des dernières aux premières.

Loin de se presser en faisant les observations, on a laissé de courts intervalles de repos entre les pointés pour ne point laisser prendre à l'œil une habitude spéciale, une contraction vicieuse, capable de produire des différences constantes.

En outre, et pour écarter toute cause de perturbation physiologique, on a évité de se fatiguer avant de commencer les mesures, etc.; on a surtout évité l'usage du café, dont l'action sur le système nerveux détruit au plus haut degré l'équilibre si nécessaire pour bien juger de ce que l'on voit et de ce que l'on mesure.

Sous le climat de Milan on compte annuellement deux cents jours sereins, dont la moitié seulement ont des images assez calmes pour permettre les mesures d'étoiles doubles; de sorte qu'il n'est possible de consacrer à ces mesures que 300 à 350 heures par an.

L'agitation des images prend d'ailleurs diverses formes, qui toutes ne nuisent pas également aux observations; certaines observées par M. Schiaparelli donnent aux images des formes bien curieuses.

Erreurs accidentelles. — Différence entre les positions longitudinales et les positions transversales. — Un assez grand nombre d'étoiles furent mesurées dans les deux positions L et T (L, *en long*, ou l'axe du visage parallèle à la ligne des composantes; T, *en travers*). Les étoiles australes, pour lesquelles il fallait prendre des positions très incommodes, présentent une différence systématique entre L et T, de sorte qu'on a obtenu des angles un peu plus grands toutes les fois que le corps était incliné à droite. Pour les autres couples, quel que soit leur aspect, il n'y a pas de différence, de telle sorte que l'ensemble des mesures est bien homogène. Ce résultat aurait pu être confirmé par des circompolaires, observées sur tout leur cercle diurne; mais ce procédé est si laborieux que M. Schiaparelli n'hésite pas à préférer l'usage du prisme oculaire qui permet de donner à la ligne des composantes telle direction que l'on veut.

Comparaison avec les mesures de Dembowski. — Voici le résultat de cette comparaison :

Limites de distance.	Schiaparelli-Dembowski				Nombre de comparaisons	
	en direction.		en distance.		en direction.	en distance.
0-1 ...	-0,40	±0,21	+0,020	±0,013	49	27
1-2 ...	-0,36	±0,14	+0,020	±0,010	74	70
2-4 ...	-0,10	±0,08	+0,061	±0,009	83	82
4-8 ...	-0,31	±0,06	+0,048	±0,012	65	65
8-16 ...	-0,22	±0,07	+0,023	±0,024	26	26
16-32 ...	-0,01	±0,05	+0,054	±0,030	33	33

Ce sont là les différences générales, constantes et systématiques, des deux observateurs.

Quant à la variation de ces différences avec la direction de la ligne des composantes, elle ne présente aucune loi: de sorte que, étant donnée la faiblesse des différences ci-dessus, on peut considérer leurs observations comme comparables entre elles.

Détermination absolue des erreurs systématiques. — Le moyen le plus simple et le plus sûr pour les déterminer, dit M. Schiaparelli, est celui d'étoiles artificielles, aussi ressemblantes que possible aux étoiles naturelles. Il avait même fait construire en 1877 un appareil (dont la description n'a pas été publiée) qui avait quelque analogie avec celui que j'ai employé plus tard. Mais, à cause de la perfection même des images qu'il fournissait, il jugea immédiatement que la loi de leurs erreurs ne saurait être la même que pour les mesures des étoiles vues à travers l'atmosphère, et il ne poursuivit pas ces recherches.

Un petit nombre d'observations faites pour appliquer la méthode de O. Stone (un peu modifiée) lui montrèrent que la valeur absolue de son équation personnelle est très faible, du moins avec les forts oculaires.

L'emploi de la méthode de Thiele avec 75 couples et sans distinction des directions montre que ses distances, prises en bloc, n'ont pas d'erreur personnelle; mais ses angles de position sont un peu plus faibles que la moyenne des autres observateurs.

Enfin, la comparaison de ses observations avec celles de Dembowski, préalablement corrigées des erreurs systématiques obtenues par O. Struve, avec celles de W. Struve, ne le conduit à aucune conclusion positive; toutefois, les distances mesurées en dernier lieu (1883-1885) sont plus grandes que celles obtenues de 1875 à 1877, et la différence monte à 0",18.

Notes spéciales. — Elles se rapportent à quelques couples qui doivent, à un titre quelconque, attirer l'attention des observateurs.

Comme on le voit, cette importante préface touche aux nombreuses questions que soulèvent les mesures d'étoiles doubles; elle sera lue avec plaisir et profit par tous ceux qu'intéressent les mesures de haute précision.

G. B.

Nyrén (Magnus). — Zur Aberration der Fixsterne (Mélanges mathématiques et astronomiques du *Bulletin de l'Académie de Saint-Petersbourg*, t. VI, 13 pages in-8°).

On admet, pour déterminer la constante d'aberration, que la vitesse avec laquelle le rayon lumineux parcourt l'espace est indépendante de l'état de repos ou de mouvement de la source lumineuse. Les valeurs

presque identiques de cette constante, trouvées par l'observation de beaucoup d'étoiles et dans des régions opposées du ciel, paraissent jusqu'ici confirmer cette hypothèse. Mais les conditions très différentes dans lesquelles les étoiles sont observées rendent la conclusion plus ou moins incertaine. Si l'on pouvait trouver des étoiles telles que leurs observations se fassent dans les mêmes conditions et que leurs mouvements propres dans la direction du rayon lumineux soient différents suivant toute probabilité, on aurait le moyen de trancher la question.

Les observations des différences d'ascension droite entre la Polaire et son compagnon remplissent ce *desideratum*. W. Struve avait examiné autrefois dans ce but deux séries d'observations de Dorpat. M. Nyrén a utilisé les belles séries d'observations de Wagner et de Schweizer. En formant avec les observations faites chaque quinzaine, préalablement réduites au commencement de l'année, une position normale, M. Nyrén obtient une suite d'équations telles que

$$-x + by + n = 0;$$

x et y sont les corrections de la différence d'ascension droite et de la constante d'aberration fournie par la Polaire; b est le facteur d'aberration, n la différence observation — calcul.

Le résultat déduit des équations de condition est le suivant :

Observateur.	N. obs.	Corr. aberr.
Schweizer.....	107	+0,013
Wagner (oreille).....	182	+0,021
Wagner (chrono.).....	181	-0,015;

c'est-à-dire que les rayons lumineux nous arrivant de deux sources, qui très probablement ont des mouvements différents suivant ces rayons, sont identiquement affectés par l'aberration.

Les observations de W. Struve, que M. Nyrén a eu soin de réduire à nouveau, conduisent à ce résultat :

Observations.		Corr. aberr.
1 ^{re} série.....	55	-0",181
2 ^e série.....	96	-0",113

L'explication de la différence avec les nombres précédents (qui méritent beaucoup plus de confiance) serait à chercher, suivant M. Nyrén, dans une erreur personnelle provenant de l'inégalité d'éclairement....

Les observations des étoiles circompolaires très voisines du pôle, dont on se préoccupe depuis quelques années, apporteront de nouveaux éléments à la discussion.

Leitzmann (H.). — Ueber Störungerscheinungen bei astronomischer Registrierung. Erste Abtheilung (WUNDT, *Philosophische Studien*, t. V, 40 pages, in-8°, avec planches).

Les expériences dont il s'agit ont pour objet de mettre en évidence un effet de perturbation, dans l'enregistrement électrique des passages d'étoiles derrière le réticule d'une lunette astronomique, si l'observateur, dont l'attention est forcément occupée par la vue des images, se trouve gêné par le bruit régulier d'un appareil de mesure du temps.

Ajoutons que dans les observations avec l'oreille, quand le moment du passage coïncide ou à peu près avec un battement de seconde, on a une sensation de gêne qui dérange l'observateur; l'effet produit est du même ordre.

Holetschek (J.). — Ueber die Richtungen der grossen Axen der Kometen bahnen (Aus dem XCIV. Bande der *Sitzb. der kais. Akad. der Wissensch.*).

Dans cet article de 29 pages, l'auteur prouve que la tendance qu'affectent les grands axes des orbites cométaires à se diriger dans une direction donnée, peu différente de celle du mouvement du système solaire, s'explique simplement par la position occupée par la Terre au moment où les découvertes de comètes sont le plus fréquentes; aucune conclusion ne saurait être tirée de cette tendance pour le mouvement propre du Soleil ou l'origine extra-solaire des comètes.

Christie (W.-H.-M.). — Rapport annuel du directeur de l'observatoire de Greenwich.

Le *Bulletin* a déjà eu à parler des recherches nombreuses et intéressantes poursuivies à Greenwich dans ces derniers temps : études sur l'emploi des plaques photographiques courbes et les déformations des clichés en général; appareil pour les équations personnelles; influence de la place donnée au thermomètre extérieur sur la température qu'il indique et conséquences pour le calcul de la réfraction.... Outre ces différents points, sur lesquels il est inutile de revenir, quelques passages du Rapport sont à noter.

Le dôme de l'équatorial de Lassell peut tourner de 360° en 30', et une seule personne suffit. Il a été construit par Sir H. Grubb et a 30 pieds de diamètre.

Le Rapport dit qu'on n'a pu encore se procurer un disque de crown pour le grand réfracteur de 28 pouces destiné à l'observatoire de Greenwich; mais, depuis que le Rapport a été écrit, il paraît que MM. Chance ont réussi à fondre le disque demandé.

Dans le dernier paragraphe, M. Christie insiste pour obtenir du gouvernement le crédit utile à l'acquisition d'une lunette photographique de 13 pouces d'ouverture, afin de prendre part au travail international de la Carte du Ciel.

Todd (David P.). — The total solar eclipse of 1887.

Rapport préliminaire de M. Todd, chef d'une expédition américaine au Japon. Tous les préparatifs ont été rendus inutiles par le mauvais temps; mais ce Rapport contient des indications utiles à consulter: M. Todd était muni d'un photohéliographe, de chronographes prêtés par MM. Pickering, etc. En ce qui concerne l'Histoire naturelle, la mission a pu recueillir des observations, M. Todd ayant eu l'idée d'attacher à la mission le Dr W.-J. Holland.

Küstner (Dr F.). — Resultate der Beobachtungen von 670 Sternen angestellt in den Jahren 1885 und 1886 am grossen berliner Meridiankreise. Berlin, 1887.

Les étoiles observées sont des étoiles de comparaison ayant servi pour les comètes ou les planètes (circulaires de Berlin), des étoiles occultées par la Lune, vers 1882, ou d'autres répondant à quelque objet spécial.

Les ascensions droites, enregistrées à 15 fils en moyenne, donnent pour une observation isolée une erreur probable de $\pm 0^s,024$; la déclinaison moyenne est de $15^s,4$. Aucune différence systématique n'apparaît pour les deux positions Est et Ouest de l'instrument.

Il en est autrement pour les déclinaisons prises à quatre microscopes, mais en lisant les deux traits voisins de l'index et distants de $2'$ suivant l'usage en Allemagne; bien concordantes dans chaque position, les déclinaisons pour la position Ouest sont plus boréales que pour la position Est de l'instrument de $0^s,15$; une discordance systématique est manifeste pour toutes les valeurs des déclinaisons de -18° à $+43^\circ$.

M. Küstner a eu le talent de démêler la cause de l'erreur, qui résiderait dans l'objectif déplacé de 180° d'une position à l'autre; à cause des défauts de l'objectif, les images des étoiles brillantes et des étoiles faibles se présenteraient différemment aux yeux de l'observateur. La Table suivante met le fait hors de doute:

Gr. moy.	O.-E.	Gr. moy.	O.-E.
6,0	$+0^s,01$	8,0	$+0^s,14$
6,5	$+0^s,03$	8,5	$+0^s,19$
7,0	$+0^s,06$	9,0	$+0^s,25$
7,5	$+0^s,10$	9,5	$+0^s,32$

M. Küstner a pris la moyenne des résultats fournis par les deux positions. Il convient d'appeler l'attention des observateurs sur la cause d'erreur précitée. M. Bigourdan a montré naguère la part que l'objectif avait dans les erreurs systématiques pour les mesures d'étoiles doubles (*Bulletin*, I, p. 439).

M. Küstner examine ensuite l'influence de l'éclat du champ, qu'on peut régler avec des écrans de gaze comme dans les observations héliométriques. La comparaison des positions de Berlin avec celles du Catalogue de Glasgow montre bien cette influence, qu'on pourrait appeler l'équation de lumière :

Gr. moy.	Berlin-Glasgow.	N. des étoiles.
6,45	—0,024	15
7,43	—0,040	18
8,44	—0,065	23

Comme le remarque M. Küstner, il n'est pas probable que cette équation ait la même valeur d'un observateur à l'autre.

Les astronomes qui veulent former des Catalogues d'étoiles et atteindre la précision dont sont aujourd'hui susceptibles les observations auront tout avantage à consulter le travail de M. Küstner.

Pickering (E.-C.). — Étude photographique des spectres stellaires.

C'est le second Rapport annuel (*voir* pour le premier *Bulletin*, IV, p. 294). M. Pickering décrit ainsi l'organisation actuelle des travaux photographiques à l'observatoire de Cambridge.

Grâce à M^{me} Draper, les recherches ont pris une extension considérable pendant l'année passée. Le réfracteur de 11 pouces appartenant au D^r Draper et la lunette photographique de 8 pouces, acquise avec la donation Bache, ont fonctionné pendant chaque belle nuit. Les réflecteurs de 28 pouces et de 15 pouces construits par le D^r Draper ont été transportés à Cambridge et ne tarderont pas à être employés régulièrement. Quatre assistants sont chargés de faire les photographies; l'un d'eux vient à l'observatoire vers minuit et se sert des lunettes de 8 et 11 pouces jusqu'à l'aurore. Cinq dames s'occupent des mesures et des réductions.

Les recherches concernant les Catalogues des spectres d'étoiles et l'étude détaillée des spectres des belles étoiles seront finies dans une année environ. On se propose alors, dans l'automne de 1889, d'envoyer une expédition dans l'hémisphère austral, probablement au Pérou, et de compléter là le travail jusqu'au pôle Sud, ce qui demanderait deux ans. Chaque recherche comprendrait ainsi le ciel entier, et le travail serait fait sur un plan identique.

Des progrès importants ont été réalisés pour la sensibilité des plaques (augmentée dans le rapport de 27 à 21); de plus, on a cherché à rapporter les clichés à un type uniforme, en tenant compte de la sensibilité de la plaque exposée et de l'état du ciel.

Avec les moyens dont il dispose, M. Pickering a pu pousser activement ses belles recherches. La Planche II du Rapport montre de belles photographies des spectres d'Algol, au maximum et au minimum, d' α Orion, que sa couleur rouge avait rendu jusqu'ici difficile à photographier, des reproductions de clichés auxiliaires pour apprécier l'état du ciel et l'apparence d'un cliché impressionné par l'étalon de lumière pour évaluer la sensibilité de la plaque.

Pickering (E.-C.). — Zone observations made with the transit wedge photometer (Annales de l'observatoire d'Harvard College, t. XIII, Part 2).

Ces observations, faites en grande partie par M. Searle, ont eu pour objet l'étude des grandeurs relatives des étoiles faibles, de manière à fournir des éléments de rapprochement entre les échelles des différents observateurs.

Le photomètre à prisme (décrit dans le t. XVII des *Proceedings* de l'Académie américaine des Sciences et Arts, p. 231) était attaché à l'équatorial de 15 pouces. Le premier Chapitre contient des remarques étendues sur les erreurs systématiques causées par l'absorption du prisme.

La première zone a 10' de large, entre $+50'$ et 1° . Les étoiles qu'elle contient avaient été observées autrefois par Bond.

Les deux autres zones, de $+49^{\circ}50'$ à $50^{\circ}0'$ et de $54^{\circ}50'$ à $55^{\circ}0'$, limitent la zone de 5° dévolue au cercle méridien de Cambridge, zone formée par les étoiles de la *Durchmusterung*.

Dans un dernier paragraphe sont rapprochées des évaluations photométriques les grandeurs d'Argelander et de Bond; enfin les résidus sont rangés suivant les heures d'ascension droite, et quelques différences systématiques apparaissent nettement.

Plassmann (J.). — Beobachtungen veränderlichen Sterne angestellt in den Jahren 1881-1888 (Münster, 1888, 44 pages).

L'auteur a observé, avec des instruments très modestes, un certain nombre d'étoiles, par la méthode d'Argelander, consistant à fractionner la différence d'éclat entre l'étoile étudiée et les étoiles de comparaison.

Il a aussi noté la visibilité, dans le jour et le crépuscule, de Vénus, d'Uranus et des étoiles fixes.

Nous voudrions voir, en France, des travaux de ce genre, qui ne sont pas estimés comme il faudrait.

A la page 27, l'auteur dit avoir publié une explication des variations singulières de l'éclat de β Lyre; il considère cette étoile comme formant un couple très serré, la petite étoile ayant un mouvement de révolution égal au mouvement de rotation de l'étoile principale. Nous n'avons pas sous les yeux le treizième Rapport de la Section mathématique physico-chimique de la *Westfäl. Provinzial-Vereins für Wissenschaft und Kunst*, où se trouve cette recherche (p. 133).

Pritchard (Rév. C.). — Rapport sur les pouvoirs lumineux et photographique de deux miroirs argentés de longueurs focales différentes (extrait des *Proceedings* de la Société royale).

Les expériences ont donné beaucoup de mal; c'est grâce aux perfectionnements apportés par Sir H. Grubb au contrôle électrique des mouvements d'horlogerie des équatoriaux (*Bulletin*, V, p. 324) que l'on a pu poursuivre le travail.

Les questions suivantes ont été examinées.

1. Caractère général des images stellaires formées par les deux miroirs. — Les miroirs à courte distance focale paraissent peu favorables à la photographie.

2. Éclat relatif des images des étoiles formées par les deux miroirs. — La diminution de la distance focale, dans le rapport de 3 à 2, n'a pas augmenté notablement l'éclat de l'image. M. Pritchard insiste sur le grand éclat de l'image donnée par un réflecteur relativement à ce qu'on obtient avec un réfracteur. Les dimensions augmentant, on peut croire, avec le Dr Robinson (*Phil. Trans.*, t. CLI), que le réflecteur finirait par l'emporter sur le réfracteur, à cause de l'absorption de la lumière par l'objectif.

3. Déformation du champ. — M. Pritchard a comparé des épreuves d'étoiles voisines des Pléiades dans différentes parties des plaques; il a aussi comparé les clichés aux mesures héliométriques du Dr Elkin. Dès qu'il s'agit de distances un peu grandes, les corrections apparaissent; l'emploi du réseau de M. Vogel est une nécessité.

4. Pouvoirs photographiques des deux miroirs pour les faibles étoiles. — Il y a un léger avantage du côté du télescope à court foyer.

Langley (*S.-P.*). — The new Astronomy (Boston, 1888).

Nous signalons aux lecteurs du *Bulletin* l'Ouvrage de M. Langley. L'éminent auteur expose, sous une forme accessible à tous, les conquêtes modernes de l'Astronomie physique.

Espérons qu'une traduction française de l'*Astronomie nouvelle* ne se fera pas attendre. Une édition anglaise est déjà en préparation.

Publications de l'observatoire d'Harvard.

M. E.-C. Pickering a eu la bonne idée de réunir en un Volume les Notes détachées publiées par les membres de l'observatoire depuis dix années. Les personnes qui auraient besoin d'une Note particulière pourront la demander à M. Pickering.

Notice sur les travaux de Théodore d'Oppolzer, avec la liste complète de ses publications par le D^r Robert Schram, traduite de l'allemand par le D^r Ernest Pasquier (extrait du *Bullettino di Bibliografia e di Storia*, 44 pages).

Della vita et delle opere del P. Angelo Secchi, della Compagnia de Gesù. Commemorazione pubblicata in occasione del decimo anniversario della sua morte dal P. Carlo Bricarelli D.M.C., con un elenco de'suoi scritti (extrait des *Memorie della Pontificia Accademia dei Nuovi Lincei*, t. IV, 65 pages).

Peu de savants ont publié autant de Notes que d'Oppolzer, que le P. Secchi surtout. C'est donc rendre un véritable service aux astronomes et à la mémoire des auteurs que de résumer leur carrière scientifique et de donner des listes complètes de leurs travaux si nombreux.

L'observatoire Lick du mont Hamilton.

La *Mining scientific Press* de San Francisco a un numéro spécial de 32 pages, *Lick Observatory edition*, consacré tant aux instruments qu'aux astronomes et au fondateur James Lick. Il paraît que les restes de James Lick ont été placés sous le pilier du grand équatorial.

O. C.

THE ASTRONOMICAL JOURNAL.

N^{os} 168-176.*Sawyer (E.-F.). — Notes sur des étoiles variables.*

Les Notes de l'auteur concernent : une nouvelle variable découverte, en 1885, dans la Baleine [U Baleine, par $2^h 26^m 45^s$ et $-13^{\circ} 47'$ (1855,0); période approchée 235 jours, limites de variation $7^m,0 - 10^m$]; de nouveaux éléments de T Petit Renard, déduits de 130 observations; quelques observations d'étoiles variables, en 1887 : R Vierge, R et S Couronne boréale, R de l'Écu, γ Hercule, R Grand Chien, α et β (U. A.) de la Baleine, W Cygne, ρ et β Persée, R Lyre, ϵ Cocher, T et U Monocéros.

Sawyer (E.-F.). — Observations de taches solaires.

En 1872-73-74.

Barnard (E.-E.). — Observations de la lumière antizodiacale.

L'apparence qu'on désigne ainsi, à laquelle les Allemands donnent le nom de *Gegenschein*, est un phénomène zodiacal particulier qu'on voit seulement dans la partie du ciel opposée au Soleil. Il a été découvert indépendamment par Brorsen et par Backhouse; M. Barnard, en cherchant des comètes, l'a noté de son côté. Les observations de M. Barnard s'étendent de 1883 à 1887; elles prouvent que la lumière antizodiacale se produit précisément à l'opposé du Soleil; le nuage lumineux affecte une forme circulaire d'environ $10''$ de diamètre, vers l'équinoxe d'automne, puis sa figure s'aplatit; à l'équinoxe de printemps, il y aurait une bande zodiacale mal définie.

Chandler (S.-C.). — Sur l'observation des étoiles variables du type d'Algol.

Pour faciliter les observations de λ Taureau, Algol, δ Balance, S Écrevisse, U Couronne, U Céphée, M. Chandler communique une liste d'étoiles de comparaison avec les rapports approchés des éclats, enfin une éphéméride des variables mentionnées pour plusieurs mois.

Young (C.-A.). — Observations du satellite de Neptune.

Une quarantaine d'observations, dans les cinq oppositions successives de 1883 à 1888.

Lewis Boss. — Mouvement propre de l'étoile : Bessel (zone 45)
= W. B. VI, 1500.

$$\delta R = -0^{\circ},004, \quad \delta D = -0^{\circ},55.$$

Hall (A.). — La constante d'aberration.

M. Hall s'est proposé de réduire et de discuter une importante série d'observations de α Lyre, effectuées avec l'instrument dans le premier vertical, à Washington, par les professeurs Hubbard, Newcomb, Harkness et par lui-même, de 1862 à 1867.

Il y a quelques années, M. Hall avait cherché ce que donnaient ces observations pour la parallaxe de α Lyre; mais, ayant trouvé une valeur négative, il fut découragé d'aller plus loin (*Bulletin*, I, p. 199). De nouvelles réflexions l'ont amené à un autre avis, et à traiter les 436 observations de Washington faites suivant la belle méthode de W. Struve.

Les résultats annuels, donnés par les équations de condition, sont représentés par les trois premières colonnes du Tableau suivant :

Années.	Corr. Parall.	Corr. aberr. = $20^{\circ},445$.	Corr. adoptées.
1862	+0 ^o ,065	—0 ^o ,066	—0 ^o ,090
1863	—0,115	+0,176	+0,198
1864	—0,073	+0,129	+0,125
1865	—0,173	—0,075	—0,078
1866-67	—0,081	—0,166	—0,181

L'erreur probable d'une seule observation est en moyenne $0^{\circ},17$; ce qui montre que la précision des observations de Washington est comparable à celle des observations de Poulkova (*Bulletin*, I, p. 199 et suivantes).

M. Hall exprime ensuite la correction de l'aberration en fonction de la parallaxe de α Lyre, qu'il prend égale à $0^{\circ},15$, d'après l'ensemble des mesures connues, ce qui lui donne les corrections adoptées (4^e colonne du Tableau), et, pour la constante d'aberration,

$$\text{constante d'aberration} = 20^{\circ},454.$$

La valeur négative de la parallaxe tiendrait à ce qu'elle dépend surtout des observations faites en janvier et juillet, le jour d'un côté, la nuit de l'autre, dans des conditions par suite différentes, sans compter que les mois de janvier et juillet correspondent aux extrêmes de la température annuelle. La constante d'aberration est déterminée, au contraire, dans de bonnes conditions, les mois d'avril et d'octobre étant tout à fait comparables.

Comstock (G.-C.). — Examen des erreurs qui peuvent affecter les mesures de distance faites avec l'appareil à prisme de M. Lœwy.

Dans l'appareil de M. Lœwy, les rayons venant de deux étoiles se réfléchissent sur les faces opposées d'un prisme placé symétriquement en avant de l'objectif. Ces rayons réfléchis passent par différentes parties de l'objectif, et leurs directions moyennes en entrant dans l'œil dépendent, d'après M. Comstock, de la mise au foyer.

L'auteur a examiné la question analytiquement et institué des expériences de contrôle en dirigeant sur une étoile l'équatorial de 15,5 pouces de l'observatoire Washburn, préalablement recouvert d'une bonnette percée de deux trous : avec une mise au foyer parfaite, l'observateur voit dans la lunette une seule étoile ; mais si l'oculaire est un peu déplacé, les images se séparent d'une quantité conforme à la théorie.

En résumé, il y aurait lieu d'ajouter à la distance brute un terme complémentaire dépendant de la mise au foyer ; moyennant cette précaution, les distances fournies par l'appareil jouiront d'une précision comparable à celle qu'on obtient dans la mesure des étoiles doubles.

M. Comstock termine en faisant remarquer qu'une bonnette percée de deux trous et donnant deux images ou une étoile double pourrait conduire à l'étude des erreurs systématiques dans l'observation des étoiles doubles.

Chandler (S.-C.). — Sur une nouvelle variable à longue période.

L'étoile dont la position est, pour 1855, o. $10^h 44^m 34^s$, — $20^{\circ} 28', 8$ aurait une période d'environ 500 jours. A noter sa couleur rouge vif.

Dawson (H.). — Dénombrement des taches solaires en 1884-86.

Vendell (P.-S.). — Maxima de R Vierge, de T Grande Ourse, de T et U Monocéros.

Sherman (O.-T.). — Une étude sur les discordances de la théorie de Mercure.

L'auteur promettant une suite à son travail, bornons-nous à indiquer la conclusion énoncée, savoir que la planète paraîtrait éprouver une perturbation notable entre 330° et 360° d'anomalie vraie, par suite de laquelle le passage au périhélie serait retardé. La question vaut la peine d'une étude approfondie.

Newton (H.-A.). — Orbites d'aérolithes.

M. Newton résume une Communication importante faite à l'Académie nationale américaine, le 19 avril, laquelle est insérée dans le numéro de juillet de l'*American Journal of Science* (14 pages).

« A la dernière réunion de l'Académie nationale des Sciences, j'ai présenté certaines conclusions déduites de l'ensemble des constatations des observateurs de bolides qui ont fourni des spécimens à nos musées. J'ai supposé, comme déjà établie, une relation entre les comètes et les différents météorides (*Bulletin*, III, p. 514); de sorte que nous pouvons, en général et dans une première approximation, assigner à ces derniers corps, dans le voisinage de la Terre, une vitesse orbitale comprise entre la vitesse parabolique et celle de la comète ayant la plus courte période, c'est-à-dire comprise entre 1,414 et 1,244, la vitesse moyenne de la Terre étant prise pour unité. »

Pour 116 bolides, M. Newton a pu obtenir quelque indication sur la direction du bolide à travers l'atmosphère, autrement dit sur la direction suivie par le bolide, et déterminer les orbites. Les conséquences suivantes résultent de l'ensemble des déterminations :

a. Les météorites que nous possédons dans nos collections et dont on a observé la chute parcouraient à l'origine (à très peu d'exceptions près, 7 sur 119) des orbites dont les inclinaisons n'atteignaient pas 90°; c'est-à-dire que leurs mouvements étaient directs, non rétrogrades.

b. Des trois hypothèses qui pourraient expliquer le mouvement direct : 1° que presque tous les matériaux dans le système solaire se meuvent dans des orbites directes; 2° que les bolides à orbites rétrogrades, pour quelque motif, comme par exemple leur grande vitesse relative, ne peuvent atteindre la Terre sous forme solide; 3° que les bolides à orbites rétrogrades passent inaperçus par le fait du manque d'observations, hypothèses qui reviennent à chercher la cause du résultat trouvé en dehors de l'atmosphère, dans l'atmosphère ou à sa base, M. Newton écarte la troisième et considère la première comme la plus vraisemblable, parce qu'on a des exemples de bolides possédant de grandes vitesses et qui ont conservé dans leur chute la forme solide.

En somme, les bolides paraissent se rapprocher plus des comètes à courte période que des comètes à longue période ou paraboliques.

c. Un autre fait intéressant résulte de la discussion. Sur les 116 orbites, 103 ont des distances périhéliques plus grandes que 0,5 (comprises entre 0,5 et 1,0, le rayon de la Terre étant pris pour unité). On peut rappor-

160 REVUE DES PUBLICATIONS ASTRONOMIQUES.

cher de cela quelques résultats de Schiaparelli dans la Table des orbites correspondant aux 169 points relatifs aux *les ilantes* observés par *Tezoni* *Entwurf einer Theorie der Sternschnuppen*, p. 84-85. Station. 1871. Dans ces orbites, il y a 15 distances périhélieales moindres que 0,5 contre 169 plus grandes que 0,5.

Muller (F.). — Détermination définitive de l'orbite de la comète 1887, IV.

Le travail de M. Muller tient 24 colonnes de l'*Astronomical Journal*. Suivant un usage qui tend à s'établir, les observations des divers observatoires sont présentées dans des Tableaux séparés, et l'on peut juger de leur valeur.

Hill (G.-W.). — Le mouvement d'Hypérion et la masse de Titan.

L'auteur commence par montrer, dans un préambule, l'existence de solutions particulières périodiques du problème des trois corps, par exemple lorsque, les deux corps secondaires se mouvant dans un plan, les rayons vecteurs, pour la conjonction et l'opposition, sont perpendiculaires aux vitesses; c'est ce qui a lieu à très peu près pour Hypérion et Titan. On introduit ensuite des simplifications plausibles : l'excentricité de l'orbite de Titan est négligée, la masse d'Hypérion est regardée comme insensible.

Nous allons entrer dans quelques détails pour les lecteurs du *Bulletin*.

Les éléments nécessaires pour la solution et qui doivent être fournis par les observations sont au nombre de quatre :

Mouvement diurne de Titan.....	22°, 5770090 (Bessel).
Moyen mouvement diurne d'Hypérion....	16°, 9198837 (Hall).
Rayon vecteur constant de Titan.....	176", 915 »
Rayon vecteur d'Hypérion à l'opposition	192", 582 »

La dernière donnée résulte du demi grand axe d'Hypérion multiplié par 0,9 (pour tenir compte de l'excentricité de l'orbite). Les nombres suivants se déduisent de ce qui précède :

Période synodique.....	631,6365612
Demi-période.....	315,8182806
Mouvement de Titan dans une demi-période. .	718,361609
" d'Hypérion.....	538,361609
" de la ligne de conjonction.....	—1,638391

Un premier calcul a pour objet de faire connaître la masse de Titan d'une manière approchée. On suppose qu'Hypérion part de l'opposition et arrive à la conjonction, et l'on calcule par les quadratures mécaniques le déplacement de la ligne des apsides dans cet intervalle de temps (31^d, 81828), en prenant la masse de Titan $\frac{1}{10000}$ de celle de Saturne et l'excentricité d'Hypérion égale à 0,1. Le résultat est — 2634", alors qu'on devrait trouver — 1°, 638391 = — 5898". En changeant la masse de Titan et la prenant de $\frac{1}{4466}$, on rétablit l'accord.

Dans un second calcul, conduit d'une manière analogue, on cherche par des essais la vitesse d'Hypérion à l'opposition et la masse de Titan de manière que, après une demi-période synodique de 31^d, 81828, il y ait conjonction et que, de plus, le rayon vecteur d'Hypérion soit perpendiculaire à sa vitesse, deux conditions qui permettent de déterminer les deux inconnues.

Dans ce calcul, M. Hill suppose que le rayon vecteur d'Hypérion pour l'opposition n'a pas besoin de correction.

La masse résultant pour Titan est $\frac{1}{4714}$, et les éléments osculateurs d'Hypérion pour l'opposition sont :

n	60963", 23942
$\log a$	0,0823532
e	0,0994706

Pour conclure, M. Hill réduit en Table les inégalités de la solution particulière périodique qu'il vient de calculer, en prenant comme argument le temps qui sépare l'époque choisie de l'époque de l'opposition voisine.

Il a été déjà question du mouvement d'Hypérion et de la masse de Titan dans l'un des derniers numéros du *Bulletin* (voir pages 347-357).

Holden (E.-S.) et Barnard (E.-E.). — Note sur l'occultation de 47 Balance par Jupiter, le 9 juin 1888.

Il y a à noter que l'étoile est restée visible plus d'une minute après le contact géométrique correspondant au moment où l'étoile était bissectée par le bord du disque.

O. C.

THE AMERICAN JOURNAL OF SCIENCE.

T. XXXV-XXXVI; avril à juillet 1888.

Bell (Louis). — La longueur d'onde absolue de la lumière (2 Parties; 17 et 20 pages).

Historique et critique des recherches effectuées jusqu'ici. Nous nous bornons à mentionner ce travail important.

Académie nationale des Sciences.

Extrait de la liste des Mémoires lus à la réunion d'avril et non indiqués déjà dans le *Bulletin*.

Oliver (J.-E.). — La rotation du Soleil.

Langley (S.-P.). — Vision et énergie.

Rowland (H.-A.). — Rapport sur les progrès de la Photographie spectrale. Note sur le spectre du carbone et son existence dans le Soleil.

Pickering (E.-C.). — Une grande lunette photographique.

Peters (C.-H.-F.). — Sur la position de la *Nova* de 1572, d'après les déterminations de Tycho Brahe.

Newton (H.-A.). — Recherches sur les orbites d'aérolithes (14 pages). Travail analysé plus haut, p. 445.

ASTRONOMISCHE NACHRICHTEN, n° 2847-2852.

Schulz (Hermann). — Contribution à la théorie physique du Soleil. (Second Mémoire.)

Dans son premier Mémoire (*Bulletin*, V, p. 79), M. Schulz a posé les bases de sa nouvelle théorie du Soleil, qu'il vient aujourd'hui compléter par une série de remarques relatives à des points spéciaux. Rappelons d'abord que, pour M. Schulz, le Soleil est constitué par un noyau liquide à l'état incandescent, dont les éléments sont continuellement brassés par des courants de convection, et qui est entouré d'une vaste atmosphère où flottent des nuages également incandescents. Cette atmosphère est formée en grande partie d'un gaz plus léger et plus

élastique que l'hydrogène, le gaz coronal, auquel on attribue la raie verte 1474 K (raie du coronium). Ce gaz, dit M. Schulz, forme aussi la matière des protubérances; mais, comme il n'a qu'un faible pouvoir émissif, et qu'il se trouve vers le sommet des protubérances, à l'état d'expansion, son spectre n'y devient pas apparent, il s'efface derrière les raies plus brillantes de l'hydrogène. On sait qu'il suffit d'une très faible proportion d'hydrogène pour faire apparaître ces raies dans le spectre d'un mélange gazeux.

Lorsqu'il s'agit de nous rendre compte de tous les détails du phénomène des protubérances, il ne faut pas oublier de tenir compte de l'énorme résistance que les jets gazeux, qui s'élèvent parfois avec une rapidité vertigineuse, doivent nécessairement rencontrer dans l'atmosphère du Soleil, quelque faible que soit la densité qu'on lui attribue. Ne voyons-nous pas les étoiles filantes s'embraser aux limites de l'atmosphère terrestre? La résistance que l'air oppose au mouvement des projectiles augmente plus vite que le carré, un peu moins vite que le cube de la vitesse; on peut, d'après cela, juger de l'énorme pression que doit développer le mouvement d'un jet gazeux qui jaillit du Soleil avec une vitesse de 100^{km} par seconde. Sous de telles pressions, le spectre de l'hydrogène deviendrait continu; c'est une objection de plus contre l'hypothèse d'après laquelle les protubérances seraient principalement formées d'hydrogène. La présence des raies de l'hydrogène est due, sans doute, à l'échauffement du milieu ambiant que traversent les jets. Le frottement qui résulte des éruptions gazeuses doit, en effet, provoquer de très hautes températures, qui peuvent être calculées à l'aide de la relation bien connue

$$\frac{T_2}{T_1} = \left(\frac{p_2}{p_1} \right)^{\frac{k-1}{k}},$$

où $k=1,41$. La température est doublée quand la pression augmente dans le rapport de 1:10.

Les jets d'une durée très courte sont probablement produits par l'évacuation subite de vastes poches ou bulles très comprimées qui se vident, et auxquelles on peut supposer des dimensions de quelques centaines de kilomètres. La pression initiale, que Zöllner évalue (pour les jets de 1',5 de hauteur) à environ 69 millions d'atmosphères, ne serait que de 10 millions d'atmosphères, que le contraste entre la pression initiale et la pression finale très faible (sans doute une fraction d'atmosphère) suffirait encore à amener un refroidissement considérable du gaz, dont la température pourrait s'abaisser assez pour qu'il y eût liquéfaction. Ces alternatives d'échauffement, dû à la compression violente au début

d'une éruption et de refroidissement dû à la dilatation finale du gaz, doivent avoir pour conséquence des inégalités de température, locales et temporaires, qui suffisent à expliquer toutes les variétés d'aspects que nous offrent les protubérances immobiles aussi bien que celles qui s'élancent en jets : elles permettent, notamment, de rendre compte de la formation des protubérances arborescentes dans un milieu composé de couches inégalement denses. Enfin, la condensation des vapeurs de coronium, à la suite de leur expansion subite, donnerait naissance à ces produits opaques ou scories dont l'accumulation locale forme les taches. Beaucoup de détails de la structure des taches s'expliquent par la circulation atmosphérique qui a lieu au-dessus et autour de ces dépôts de condensation.

M. Schulz invoque, en dernier lieu, les irrégularités de la réfraction dans ces milieux très hétérogènes pour rendre compte de certaines déformations apparentes des taches, et surtout pour expliquer les facules. En effet, pour lui, les facules ne sont autre chose qu'une illusion d'optique, de même nature que ces taches sombres ou claires que l'on voit se dessiner sur un écran blanc qui reçoit un faisceau de lumière solaire, tamisé par un verre de vitre sous un angle d'incidence plus grand que 45° et plus petit que 80° . On comprend ainsi pourquoi les facules disparaissent ou du moins se voilent en approchant des bords du disque solaire. Les ondulations du bord, les fluctuations incessantes du réseau photosphérique, etc., se ramènent également à ces jeux de lumière, causés par le mélange de couches de densité différente et rapidement variable. De même, les rayons et les intervalles obscurs de la couronne seraient simplement des effets d'illumination changeante, des jeux de lumière et d'ombre, qui dépendent de la distribution des nuages solaires.

La raison dernière des divers phénomènes solaires doit être cherchée dans la circulation des courants ascendants et descendants qui existent dans chaque hémisphère. M. Schulz affirme du moins que cette circulation, telle qu'il la conçoit et que la représente la planche qui accompagne son long Mémoire, explique parfaitement et la périodicité des phénomènes et les mouvements particuliers des taches. Il fait intervenir, en outre, le jeu des combinaisons et des dissociations alternatives du coronium et d'un autre élément inconnu, selon les variations locales de la température, qui oscille autour de 10000° C. C'est le coronium dissocié, c'est-à-dire libre, et fortement comprimé, qui forme, en s'enfonçant dans la masse liquide brassée par les courants, ces bulles dont l'explosion finale donne naissance aux protubérances. M. Schulz entre dans les plus grands détails sur le voyage d'une bulle à travers le Soleil, il se complait à décrire l'ordre et la succession de ses avatars comme s'il y avait assisté ; il a évidemment l'imagination féconde.

Wellmann (Victor). — Influence des verres de couleur sur les mesures du diamètre solaire.

M. Seeliger a dit quelque part qu'en vertu des lois de la réfraction ordinaire le diamètre du Soleil doit paraître plus grand avec un verre violet qu'avec un verre rouge. M. Hermann Struve, dans un Mémoire où il étudie l'influence de la diffraction sur les dimensions des disques lumineux, émet l'opinion que la couleur de la lumière doit influencer les mesures, mais il avoue qu'il ne peut décider si c'est le verre rouge ou le verre bleu qui donnera le diamètre le plus fort.

Les mesures que M. Wellmann a exécutées avec l'héliomètre de l'observatoire de Munich l'ont conduit à ce résultat inattendu, que le diamètre du Soleil est plus grand lorsqu'on se sert d'un verre rouge qu'en faisant usage d'un verre violet. L'instrument est assez défectueux; mais les différences, assez fortes (elles sont en moyenne de 4") et presque toujours de même signe, ne laissent guère de doute sur la réalité du phénomène. M. Wellmann est porté à en conclure que les gaz qui composent l'atmosphère solaire présentent un cas de dispersion anormale, ce qui tient sans doute à la présence des vapeurs métalliques (Kundt). Peut-être faudra-t-il attendre une confirmation du résultat de M. Wellmann pour décider s'il ne s'agit pas là d'un effet physiologique.

Lohnstein (Th.). — Sur les équations d'Oppolzer qui servent à déterminer la distance héliocentrique d'une planète.

Le procédé de M. d'Oppolzer, qui repose sur la solution de deux équations dont les racines sont fournies par une Table, avait été déjà simplifié par M. Tietjen (*Jahrbuch*, 1887). M. Lohnstein, à son tour, s'est efforcé de le modifier de façon à éviter les équations d'un degré supérieur au second; il procède par approximations successives, dont il faudrait peut-être expérimenter la convergence.

Marcuse. — Recherche des erreurs de la vis micrométrique du réfracteur de Berlin.

Au mois de décembre 1884, M. Marcuse a étudié la grande vis micrométrique du réfracteur de 9 pouces de l'observatoire de Berlin, au point de vue des erreurs périodiques. La valeur d'un tour de la vis est de 11",82. Les erreurs périodiques ont été trouvées assez petites pour qu'il soit permis d'en faire abstraction; mais on a reconnu l'existence d'erreurs progressives qui paraissent être plus sensibles et qui feront l'objet d'une étude ultérieure.

Schur (W.). — Recherches concernant l'objectif du grand réfracteur de l'observatoire de Strasbourg.

M. Schur a cru devoir publier quelques détails des calculs exécutés par lui, il y a près de dix ans, pour déterminer la marche des rayons dans l'objectif du grand réfracteur de Strasbourg, bien que ces calculs ne reposent que sur des données approximatives. Il avait, en effet, mesuré avec soin les indices de réfraction de deux prismes de matière identique à celle des verres de l'objectif; mais les rayons de courbure fournis par M. Merz n'avaient pas été mesurés sur l'objectif même; ce n'étaient, comme on l'a su plus tard, que des à peu près. La longueur focale déduite de ces données ($6^m,92$) s'accordait néanmoins, à quelques millimètres près, avec celle que M. Schur avait obtenue, en 1880, par des mesures directes. Ces mesures avaient été effectuées en promenant l'objectif, porté sur un chariot de fer, entre deux fils verticaux très fins, lestés de poids, et dont la distance était à peu près égale au quadruple de la distance focale ($27^m,7$); on cherchait la position de l'objectif pour laquelle un oculaire, dirigé sur l'un des fils, montrait aussi distinctement l'image de l'autre fil. En faisant usage des formules de Bessel, M. Schur a déduit de ces mesures les nombres suivants :

$$\begin{array}{lll} f = 6^m,91127 & \text{pour la température de } - 3^{\circ},2 \text{ C.} \\ = 6^m,92105 & \text{»} & \text{»} & + 24^{\circ},6 \end{array}$$

La distance focale augmente donc de 1^{mm} pour 3° C.

Luther (W.). — Remarque concernant l'étoile S. D. — $7^{\circ},3887$.

Au mois d'avril dernier, M. W. Luther a constaté que cette étoile de M. Schönfeld n'existait pas à la place indiquée. La position est fondée sur deux observations assez concordantes (Thormann, 1853; Schönfeld, 1880).

Gill (D.). — Travaux de l'observatoire du Cap.

En transmettant une série d'observations de la comète Sawerthal, faites à l'équatorial et à l'héliomètre de l'observatoire du Cap, M. Gill entre dans quelques détails sur les travaux en cours d'exécution. Le levé photographique de la Carte du ciel austral, depuis le pôle Sud jusqu'au parallèle de -21° , est presque terminé; on a employé tour à tour deux lentilles de Dallmeyer qui embrassent l'une 6 degrés et l'autre 5 degrés carrés. M. Kapteyn, qui s'est chargé, comme on sait, des

mesures micrométriques, a déjà entre les mains les épreuves des zones comprises entre le pôle et -51° ; les mesures sont terminées jusqu'à -75° , et l'on a pu cataloguer environ 53000 étoiles. M. Gill se déclare très satisfait des qualités du nouvel héliomètre : l'instrument est facile à manier, il permet de faire beaucoup de besogne en peu de temps; le régulateur du mouvement d'horlogerie fonctionne admirablement.

Kammermann. — Aspects de la comète Sawerthal.

M. Kammermann a pu faire quelques dessins de cette comète, que reproduit une planche lithographique.

Tetens. — Les taches solaires en 1887.

M. Tetens fait connaître les résultats des observations de taches solaires effectuées à O'Gyalla pendant l'année 1887. Les nombres relatifs sont donnés sous deux formes : selon la manière de compter de M. Spörer et selon celle de M. R. Wolf.

Tebbutt (J.). — Recrudescence d'éclat de l'étoile η Argo.

Au mois d'avril 1887, M. Tebbutt avait trouvé, par une série de comparaisons, que la grandeur de cette étoile était alors 7,5; elle lui paraît aujourd'hui sensiblement plus brillante, et certainement de 7^e grandeur. (La lettre est datée du mois de mai.)

Kreutz. — Éphémérides pour le retour de la comète de Faye.

Harzer (Paul). — Sur une équation différentielle de la théorie des perturbations.

M. Harzer indique d'abord, en quelques mots, les différences essentielles qui existent entre les formes analytiques des perturbations qui se présentent dans le cas de la Lune et dans celui des planètes. La théorie de la Lune conduit à des problèmes particuliers qui réclament des méthodes spéciales. Les recherches que M. Harzer a entreprises dans cette direction lui ont fait reconnaître que la détermination des termes élémentaires dépend de l'intégration d'une équation différentielle qui peut s'écrire sous l'une des formes suivantes :

$$\frac{dy}{d\xi} = -\frac{1}{4}k^2 + \sum x_p \cos(\tau_p \xi + \Lambda_p) + y^2$$

ou bien

$$\frac{d^2 x}{d\xi^2} = \left[\frac{1}{4} k^2 - \sum \alpha_p \cos(\tau_p \xi + A_p) \right] x.$$

Comme l'intégrale doit s'exprimer par une série trigonométrique, il que la partie constante de y^2 soit égale à $\frac{1}{4} k^2$, ce qui suggère la substitution

$$y = \frac{1}{2} k \frac{1 - ce^{k\xi}}{1 + ce^{k\xi}},$$

d'où

$$\frac{dc}{d\xi} = - \frac{(1 + ce^{k\xi})^2}{k} e^{-k\xi} g(\xi).$$

M. Harzer montre comment cette équation différentielle peut s'intégrer par voie d'approximations successives.

On obtient finalement $ce^{k\xi}$ et, par suite, y sous la forme d'une série trigonométrique dont les arguments dépendent de ξ , tandis que x s'exprime par des séries analogues qui ont encore les facteurs $e^{a_p \xi}$ et $e^{-a_p \xi}$.

Dans un second travail, qui fait suite au précédent, M. Harzer considère les équations différentielles un peu plus compliquées

$$\frac{d^2 x}{d\xi^2} + (n^2 - 2\beta \cos \xi) x = 0,$$

$$\frac{dy}{d\xi} - y^2 - n^2 + 2\beta \cos \xi = 0,$$

où

$$n^2 = \frac{1}{4} k^2 + \sum \alpha_p \cos(\tau_p \xi + A_p),$$

$$\beta = \frac{1}{4} k^2 + \sum \beta_p \cos(\tau_p \xi + A_p).$$

Dans la théorie de la Lune, k est une constante réelle, voisine de l'unité. Pour intégrer ces équations, M. Harzer a recours à la transformation déjà employée, mais sous forme imaginaire, en remplaçant k par ik et posant

$$y = - \frac{d \log x}{d\xi} = i \frac{1}{2} k \frac{1 - ce^{ik\xi}}{1 + ce^{ik\xi}},$$

parce qu'il est visible *a priori* que la solution cherchée ne pourra être réelle, le terme constant de y^2 étant ici nécessairement négatif. Il procède ensuite par approximations successives, conduites de façon que la

solution s'obtienne sous forme de série trigonométrique. Cette solution peut s'écrire ainsi

$$x = h e^{-\int a d\xi} \cos \left(\int b d\xi - \gamma \right),$$

où les deux intégrales comportent les développements suivants

$$-\int a d\xi = \sum c_\lambda \cos(\lambda \xi + C_\lambda),$$

$$\int b d\xi = m_0 \xi + \sum \frac{d_\lambda}{\lambda} \sin(\lambda \xi + C_\lambda),$$

et l'on voit que la seconde peut contenir des termes ayant des coefficients très grands. Mais ces termes à longues périodes font partie de l'argument d'un cosinus, et l'on se trouve ainsi à l'abri des difficultés que des termes de cette nature occasionnent lorsqu'on a recours à des développements qui les font sortir des arguments. La solution de M. Harzer prend d'ailleurs un aspect relativement simple en négligeant, dans les coefficients, les petites quantités σ_p , σ'_p , vis-à-vis de l'unité, ce qui n'entraîne qu'une erreur insignifiante. Mais les détails de ces recherches ne sont guère susceptibles d'être résumés.

Vogel (H.-C.). — Sur les méthodes servant à déterminer l'aberration chromatique des objectifs.

Comme les objectifs ne sont jamais exécutés en conformité rigoureuse des calculs de l'opticien, il importe d'avoir un moyen commode d'en déterminer l'aberration chromatique après coup. M. Vogel avait indiqué, dès 1880, un procédé fondé sur l'emploi du spectroscope, qui permet de la déterminer avec une très grande précision par l'observation du rétrécissement du spectre au point d'intersection des rayons d'une certaine couleur. Il s'étonne que M. Grubb et d'autres astronomes se déclarent peu satisfaits de cette méthode, qui, entre ses mains, a toujours donné d'excellents résultats. Mais il croit devoir rappeler que, pour des déterminations très précises, il est indispensable de faire usage d'un spectroscope composé à fente, au lieu de se contenter d'un simple prisme à vision directe. Dans ce dernier cas, il faut encore éliminer l'influence du défaut d'achromasie de l'œil, ce qui peut se faire par l'observation du spectre d'un point brillant, tel qu'une gouttelette de mercure. Il est bien entendu qu'il ne faut se servir que d'oculaires achromatiques.

La méthode préconisée par M. Grubb, qui consiste à mettre au point pour les rayons de différentes couleurs, réfléchis par un petit miroir

convexe, n'élimine pas l'erreur du système oculaire + œil, erreur qui, d'après les expériences de M. Vogel et de M. Max Wolf, n'est nullement négligeable, comme paraît le supposer M. Grubb. M. Wolf propose d'introduire dans la lunette, à l'endroit du plan focal, une gouttelette de mercure, que l'on éclaire par une ouverture latérale; un miroir plan, fixé devant l'objectif, renvoie l'image de la gouttelette, que l'on voit ainsi à la fois directement et par réflexion. En faisant usage d'un oculaire spectroscopique, on aura donc deux spectres; on mettra d'abord au point pour une couleur donnée du spectre de l'image directe, puis, déplaçant l'oculaire et la gouttelette, on cherchera le point pour la même couleur du spectre réfléchi; on aura ainsi le foyer de l'objectif pour cette couleur. M. Vogel fait encore remarquer que l'aberration chromatique d'un objectif peut se déterminer avec facilité par l'observation d'une étoile éloignée, éclairée par un tube de Geissler à hydrogène et par une flamme de sodium; le spectroscopie fournit quatre images, correspondant aux raies C, D, F et H γ , pour lesquelles il faut successivement mettre au point.

Le procédé qui consiste à séparer les deux lentilles d'un objectif pour obtenir l'achromatisme chimique avait été déjà mis en pratique par M. Rutherford. L'objectif du grand réfracteur de Vienne, construit par M. Grubb, est monté de façon que les lentilles puissent être écartées à volonté, suivant l'emploi qu'il s'agit d'en faire; et M. Vogel a lui-même étudié, en 1883, l'influence de cet écartement par sa méthode spectroscopique; il a publié les résultats de cette étude dans les *Annales de l'observatoire de Potsdam* (t. IV, n° 41).

Battermann. — Réponse aux critiques de M. Folie.

M. Battermann fait voir que les critiques de M. Folie, concernant ses remarques sur la théorie de l'aberration, ne sont pas fondées. Il maintient aussi, contre M. Folie, l'exactitude des formules de Villarceau. Nous n'entrerons pas dans cette discussion assez stérile.

Holden. — L'observatoire Lick.

Circulaire qui a été déjà reproduite par le *Bulletin*.

Folie. — Notice nécrologique sur J.-C. Houzeau.

Jean-Charles Houzeau de Lahaie, directeur honoraire de l'observatoire de Bruxelles, membre de l'Académie des Sciences de Belgique, est mort à Schaerbeck le 12 juillet dernier. Il était né à Mons, le 7 octobre 1820.

En 1846, il fut nommé aide astronome à l'observatoire royal de Bruxelles, qu'il quitta en 1849, pour des motifs d'ordre politique. Après avoir passé quelques années à l'étranger, il fut attaché, de 1854 à 1857, au Service géodésique belge. Sa tâche achevée, il alla s'établir en Amérique, où il mena, nous dit M. Folie, « une existence peu propice à l'étude », tour à tour publiciste, géomètre-arpenteur et planteur. Il profita cependant de son séjour aux tropiques pour classer par ordre de grandeur, d'après ses seules observations, les étoiles visibles à l'œil nu dans les deux hémisphères. C'est ce travail qui a été publié sous le titre d'*Uranométrie générale*. A la mort de Quetelet, en 1874, le gouvernement commença par nommer une Commission chargée de la surveillance de l'observatoire, dont les services astronomiques avaient été un peu négligés. On songea tout de suite à Houzeau, quand il fut question de lui donner un successeur; mais il paraît que les opinions politiques de M. Houzeau étaient considérées comme un obstacle, qui ne fut écarté que par l'intervention personnelle du roi. Nommé directeur en 1876, Houzeau s'occupa aussitôt de réorganiser l'observatoire. Le personnel fut considérablement augmenté; on acquit le grand équatorial de 0^m,32 (Merz-Cooke), le cercle méridien de Repsold, les appareils nécessaires pour l'analyse spectrale, le météorographe de van Rysselberghe, etc. En dernier lieu, il fut résolu de déplacer l'observatoire pour l'installer dans un site plus favorable, et l'on fit l'acquisition d'un terrain, sur un plateau situé entre le bois de la Cambre et Uccle. C'est là l'origine de certaines difficultés qui ont été probablement la cause de la retraite de M. Houzeau.

En 1882, il avait encore organisé deux expéditions pour l'observation du passage de Vénus au moyen d'un héliomètre spécial de son invention, et il avait lui-même dirigé celle du Texas. Rentré en Europe souffrant, il se fixa dans le midi de la France, et adressa au gouvernement sa démission vers la fin de 1883, sans avoir fait exécuter les plans qu'il avait conçus. Ses dernières années furent entièrement consacrées à l'achèvement de la grande *Bibliographie générale de l'Astronomie*, qu'il avait entreprise en collaboration avec M. Lancaster, et dont plusieurs volumes ont déjà paru.

Ses écrits, aussi nombreux que variés, ont trait à la Géographie physique, à la Géologie, à la Météorologie et à l'Astronomie. Le premier, qui date de 1843, a pour objet la lumière zodiacale et l'aberration. Dans un autre Mémoire (1853), il propose une méthode pour déterminer la latitude, la longitude, l'heure et l'azimut par des observations de passages dans deux verticaux. En 1859, il publia un Mémoire sur la détermination du rayon vecteur d'une planète, et en 1862 une méthode pour mesurer

la parallaxe horizontale des astres, sur laquelle il est revenu en 1871 pour proposer son nouvel héliomètre.

En 1865, il imaginait une méthode qui permet d'étudier à la fois les mouvements propres d'étoiles appartenant à deux groupes distincts, en renversant, par réflexion, l'un des groupes sur l'image directe de l'autre. Dans une Note publiée en 1873, il déduit la direction du mouvement de translation du système solaire de la composante commune à toutes les trajectoires des comètes qui pénètrent dans ce système. Enfin, son *Résumé de quelques observations astronomiques et météorologiques faites dans la zone surtempérée et entre les tropiques* renferme une belle série d'observations de la lumière zodiacale. Ses travaux les plus importants sont peut-être ceux qui se rapportent à la bibliographie astronomique, à commencer par son *Vade-mecum de l'astronome* (1882).

Espin. — Variable du Cygne.

La variable, voisine de l'étoile α du Cygne, que M. Espin a découverte au mois de mars 1887, et qui passe de la 14^e grandeur à la 7^e, paraît avoir une période de 484 jours. Elle était de la 7^e grandeur au mois de juillet dernier.

Espin. — Nouvelle liste d'étoiles à spectres remarquables.

Wilsing. — Vitesse de rotation du Soleil, déduite des positions des facules.

M. Wilsing donne un résumé du travail qu'il a publié sous ce titre dans les *Annales* de l'observatoire de Potsdam. Les groupes de facules d'une certaine étendue se distinguent en général par leur stabilité; on en avait fait la remarque, mais sans l'appuyer sur des mesures précises. M. Wilsing a relevé les positions d'un grand nombre de facules sur les épreuves négatives qu'il avait à sa disposition, en choisissant les parties les plus noires, qui devaient être les plus fixes. Il a pu utiliser pour cette étude une centaine d'épreuves, obtenues pendant la belle saison de l'année 1884. En adoptant, comme première approximation, la vitesse de rotation équatoriale ($14^{\circ},27$), il a pu identifier un nombre respectable de groupes composés de 3 à 7 facules. Les interruptions qui existent parfois dans les observations relatives au même groupe sont peut-être un indice de périodicité du phénomène. La discussion des positions relevées a conduit M. Wilsing à cette conclusion tout à fait inattendue, que, contrairement à ce qui a lieu pour les taches, la vitesse de rotation des facules est sensiblement constante pour tous les parallèles. Ce ré-

sultat, très important au point de vue de la théorie physique du Soleil, se déduit des moyennes suivantes :

Latitudes.	Hém. Nord.	Hém. Sud.
0- 3.....	»	14,290
3- 6.....	14,300	14,260
6- 9.....	14,286	14,262
9-12.....	14,276	14,268
12-15.....	14,261	14,261
15-18.....	14,277	14,277
18-21.....	14,253	14,284
21-24.....	14,271	14,248
24-27.....	»	14,278
27-30.....	»	14,329
30-33.....	»	14,301
Moyennes.....	14,272	14,269
Poids.....	97	164

La moyenne générale (14°,2698) donne, pour la durée de la rotation du Soleil, le nombre qui suit :

$$25^{\text{d}},2281 = 25^{\text{d}}5^{\text{h}}.47$$

Le retard du mouvement des taches par rapport à celui des facules explique très bien pourquoi les taches qui naissent au pied d'une facule s'échelonnent dans le sens de son parallèle, comme des graines semées sur sa route; il explique également beaucoup d'autres particularités bien connues du mouvement des taches. Il paraît, en somme, probable que la loi de rotation qui se déduit de leur mouvement est bornée à une couche assez mince de l'enveloppe solaire, tandis que le gros de la masse tourne tout d'une pièce avec la vitesse constante que révèle l'observation des facules.

D'Engelhardt. — Mesures micrométriques des satellites de Saturne.

Pomerantzeff. — Latitude de l'observatoire de Tachkent.

La nouvelle détermination, exécutée l'année dernière par M. Zalessky, à l'aide d'un instrument universel dont le cercle vertical a un diamètre de 0^m,21 et l'objectif une ouverture de 0^m,041, a donné pour la latitude du cercle méridien de Tachkent :

$$41^{\circ}19'31'',35,$$

résultat qui s'accorde très bien avec celui de M. Scharnhorst (1871).

Brooks. — Découverte d'une nouvelle comète.

Elle a été trouvée le 7 août ($\alpha = 151^\circ$, $\delta = 44^\circ, 5$).

Retour de la comète d'Encke.

Elle a été observée par M. Finlay, au Cap de Bonne-Espérance, le 3 août.

Retour de la comète de Faye.

M. Perrotin a pu l'observer le 9 août, à Nice.

Observations de comètes et de planètes, etc.

R. R.

VARIÉTÉS.

RECHERCHES SUR LES SPECTRES DES MÉTÉORITES;

PAR M. J.-NORMAN LOCKYER, F. R. S. (1).

[Suite (2).]

Cas de Nova Orionis et R des Gémeaux.

Les étoiles aux cannelures brillantes du carbone, telles qu'on les voit dans les comètes, ne sont pas toutes des étoiles de la première grandeur comme α Orion; on compte au moins, parmi elles, une étoile nouvelle : *Nova Orionis*. Nous pourrions nous attendre, à cause de la courte durée de cette étoile, à voir les phénomènes qu'elle a présentés différer de ceux qu'on observe dans le spectre de l'étoile de première grandeur qui est variable, comme d'autres à spectres composés analogues. En réalité, ils diffèrent peu; car, dans α Orion et α Hercule et dans d'autres étoiles du même type,

(1) Traduit de l'anglais, des *Proceedings of the Royal Society of London*, vol. XLIII, par M^{lle} D. Klumpke.

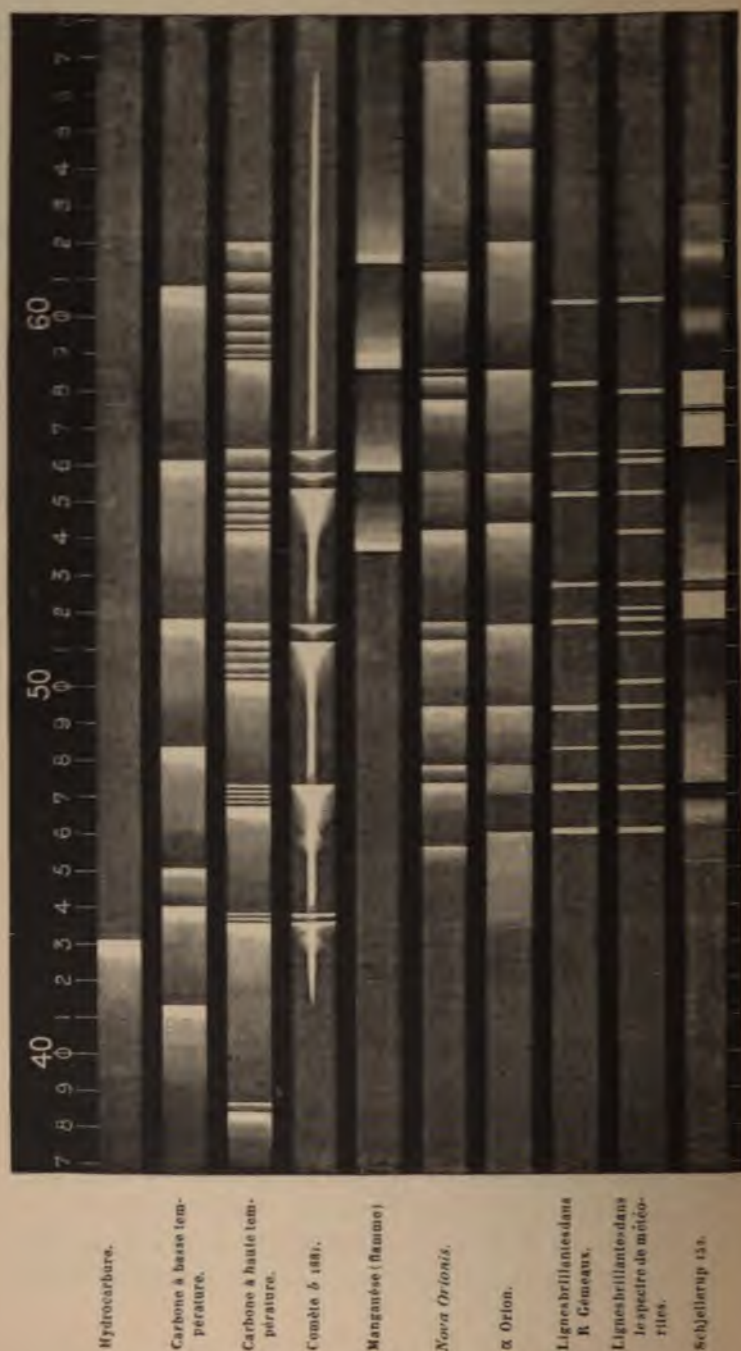
(2) Voir le *Bulletin*, t. V, p. 408.

nous trouvons les cannelures sombres d'absorption du manganèse nettement indiquées, ainsi que les lignes d'absorption du sodium et du magnésium. Les bandes du manganèse concordent avec quelques-unes des cannelures du manganèse que Marshall Watts a observées dans la flamme de Bessemer (*Phil. Mag.*, février 1873). Les phénomènes d'absorption sont moins développés dans *Nova Orionis*, peut-être parce que la condensation, due à la pesanteur, y est moins considérable et par conséquent la température des pierres moins élevée, et peut-être aussi parce que l'absorption locale, autour de chaque météorite individuelle, est éclipsée par le rayonnement intense des espaces intermétéoriques, qui donne, comme dans le cas des comètes, le maximum d'intensité à la cannelure brillante $\lambda = 517$. Dans R des Gémeaux, la preuve d'une constitution météorique semblable, sauf la forte absorption, est donnée par ce fait que, dans cette étoile, la lumière vient en même quantité de la vapeur produite par la météorite et du carbone répandu dans les intervalles, de sorte que les cannelures du carbone et les lignes brillantes du baryum et du strontium, ainsi que d'autres substances présentes dans les météorites, sont visibles simultanément, exactement comme on les voit dans la lueur qui enveloppe un fragment de météorite placé dans le tube d'expérience. Dès que la pression y est suffisamment réduite, les bords seuls des cannelures du carbone sont visibles et donnent l'apparence de lignes brillantes, ressemblant presque exactement aux lignes brillantes des météorites lorsqu'on les chauffe.

Je donne (*fig. 3*) les spectres de ces deux étoiles et, à côté, les cannelures brillantes du carbone et celles du magnésium, de façon à montrer que beaucoup des phénomènes observés sont les mêmes dans l'étoile temporaire *Nova* et dans α Orion et par conséquent sont probablement dus à la même cause.

Quelque temps après que M. le Dr Copeland eut publié ses observations originales sur cette étoile temporaire, MM. Dunér, Vogel et d'autres astronomes montrèrent que quelques-unes des régions brillantes de ce spectre observées par M. Copeland coïncidaient effectivement avec les parties brillantes du spectre de α Orion; ce point est donc hors de doute. Mais, en outre de ces parties brillantes, M. le Dr Copeland donne d'autres régions brillantes auxquelles ne s'appliquent pas, je crois, les arguments de

Fig. 3.



Comparaison des cannelures qu'on observe dans les spectres stellaires et cométaires avec celles du C, du Mn et du Pb. Comparaison des lignes de R Géméaux avec les vestiges de cannelures et les lignes qu'on voit dans le spectre d'une météorite. (Dans α Orion, la cannelure du Pb)

MM. Vogel et Dunér. On remarquera que, dans le cas de R Gémeaux (*fig. 3*), les lignes brillantes correspondent presque exactement aux parties brillantes des spectres de *Nova* et de α Orion et à certaines lignes observées dans les météorites; en d'autres termes, la lueur d'une météorite donne, quand le spectre du carbone est brillant, toutes les lignes qu'on a remarquées dans le spectre de R Gémeaux, ce qui prouve que quelques-unes des lignes de cette étoile correspondent aux cannelures les plus brillantes du carbone.

A mon avis, R Gémeaux s'offre à nous dans un état d'évolution antérieur, sans doute, à celui non seulement de *Nova*, mais encore de α Orion.

III. — COMPARAISON DES SPECTRES DE LA LUEUR DES MÉTÉORITES DANS DES TUBES AVEC LES LIGNES BRILLANTES QU'ON OBSERVE DANS LES CORPS CÉLESTES.

2. Comparaison de ces lignes avec celles que nous observons dans les nébuleuses, les raies C et F (brillantes) étant visibles ou non.

3. Comparaison de ces lignes avec les lignes brillantes (non associées à des cannelures) que l'on voit dans les étoiles.

2. *Nébuleuses*. — Jusqu'à présent, on n'a observé dans les spectres de nébuleuses que sept lignes dont trois coïncident avec des lignes du spectre de l'hydrogène et trois correspondent à des lignes du magnésium. Ces lignes du magnésium sont : la ligne ultra-violette 373, de basse température, la ligne 470 et le vestige de la cannelure 500, qui est la partie la plus brillante de ce spectre à la température du brûleur de Bunsen. Les lignes de l'hydrogène sont *h*, F et H_{γ} (434). On voit quelquefois la ligne 500 toute seule; mais, en général, elle est accompagnée de F et d'une ligne 495. Les autres lignes ne se rencontrent pas toutes dans une même nébuleuse, mais elles sont associées, respectivement, aux trois autres lignes. On a remarqué les lignes 500, 495 et la raie F dans la météorite de Dhurmsala, portée à une certaine température; mais l'origine de 495 n'est pas encore déterminée.

Le résultat de cette comparaison est donc que le spectre d'une nébuleuse ressemble beaucoup à celui de la douce lueur émise par une météorite brûlant dans l'atmosphère très ténue qu'elle développe; de même que le spectre d'une comète, voisine du

Soleil, ressemble beaucoup à celui de la lumière d'une météorite dans l'atmosphère plus dense qu'elle forme lorsqu'on la porte à une température plus élevée.

On a vu, en outre, que les comètes de 1866 et de 1867 donnaient, lorsqu'elles étaient encore loin du Soleil, exactement le spectre des nébuleuses. La collision des météorites étant acceptée comme l'explication des phénomènes dans un cas, nous devons, faute de mieux, l'accepter dans l'autre.

La connaissance que nous avons des éléments constitutifs des météorites, l'olivine en particulier, nous permet d'expliquer tous les phénomènes spectroscopiques que présentent les météores lumineux, les comètes et les nébuleuses.

J'ai publié, il y a longtemps déjà, une expérience par laquelle j'ai constaté que les gaz dégagés par les météorites donnaient, dans certaines conditions, le spectre de l'hydrogène et, dans d'autres, celui du carbone; mais, dans les ballons dont je me servais alors, je n'avais pu étudier le spectre de la lueur elle-même de la météorite.

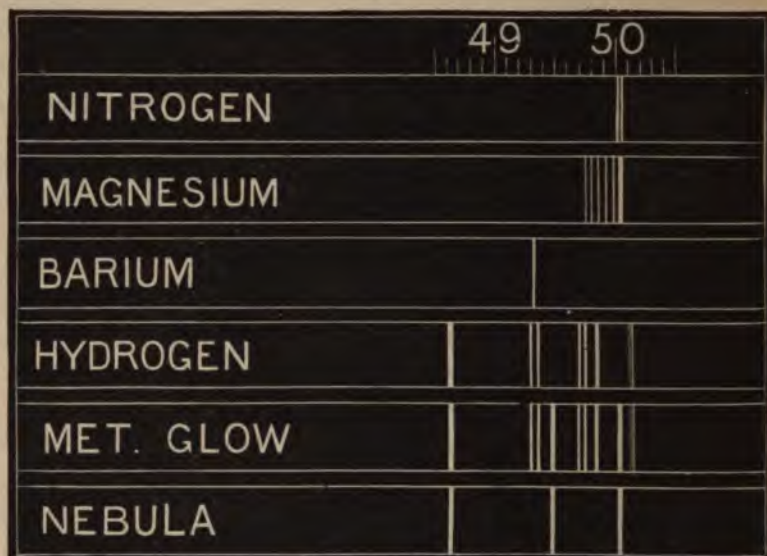
Je dois ajouter que, dans la lueur des météorites, la ligne 495 se montre plus rarement que 500.

La *fig. 5* montre les positions de trois des lignes des nébuleuses comparées à des lignes bien connues des spectres de l'azote, du magnésium, du baryum, de l'hydrogène et de la lueur des météorites.

β. *Étoiles à lignes brillantes.* — En examinant la Carte, encore incomplète, que je présente à la Société Royale, on verra que les lignes principales, que l'on voit brillantes dans les spectres d'étoiles, sont (en ayant égard aux discordances qui se présentent nécessairement dans des observations aussi difficiles) des lignes observées dans les vapeurs ou gaz dégagés par les météorites chauffées dans des tubes vides, ou des lignes qu'on peut espérer voir en faisant une série d'observations sur des météorites de compositions chimiques différentes. Parmi ces lignes, se trouvent H_{α} , H_{β} , H_{γ} , H_{δ} , 464, 540, 570, 580, 587; dans un cas, dans celui de α Cygne, on trouve les lignes 5065, 5268, dont la dernière est due au fer. Nous parlerons plus tard des difficultés que présentent ces recherches; il est entendu, pour l'instant, que, faute de l'examen approfondi

des spectres, et des spectres des *Novæ* en particulier, incomplets encore, les conclusions que je formule relativement aux étoiles à

Fig. 5.



lignes brillantes, dans la suite de cette Notice préliminaire, restent hypothétiques et non définitives.

Discussion des Cartes montrant les lignes brillantes visibles dans les spectres des étoiles et des nébuleuses.

Il résulte de l'examen des lignes brillantes observées, associées ou non aux lignes brillantes C et F de l'hydrogène, qu'il existe, d'une part, une classe de corps, les nébuleuses, donnant les lignes de basse température des éléments chimiques que l'on sait exister dans les météorites; d'autre part, une seconde classe, celle des étoiles à lignes brillantes, dont les spectres présentent les lignes visibles, dans les météorites, à des températures plus élevées. Dans les étoiles à lignes brillantes, les deux lignes les plus importantes, qui ont été classées à part par M. Vogel ⁽¹⁾, sont celles

⁽¹⁾ *Publicationen des Astrophysikalischen Observatoriums zu Potsdam*, vol. IV, n° 14.

de 540 et de 582. La moyenne des lectures de toutes les observations assigne à ces lignes les positions 540 et 580. Dans une expérience sur la lumière d'une météorite riche en manganèse, la raie 5395 du manganèse, qu'on voit facilement à la température du brûleur de Bunsen, se montre nettement, en même temps que le spectre de structure de l'hydrogène. On peut donc raisonnablement admettre que cette ligne, la seule du groupe des métaux ferreux qui soit visible à la température de la flamme de Bunsen, puisse être l'origine de celle des deux lignes que l'on voit seule dans le spectre de ces étoiles. On voit sur la Carte qu'on a pu aisément classer les lignes brillantes observées jusqu'à présent dans les spectres des étoiles, dans un ordre déterminé en commençant par la ligne 5395 du manganèse et une ligne du fer $\lambda = 579$, visible à la température de la flamme oxyhydrique. A mesure que des lignes, indiquant d'autres substances, s'ajoutent à ces lignes fondamentales, nous passons des étoiles où C et F ne sont pas visibles à celles où ces raies apparaissent. Mais, ici, il faut procéder avec précaution; car il peut se faire que nous soyons en présence de quelques-unes des lignes visibles dans le spectre de structure de l'hydrogène. Nous avons déjà parlé des lignes principales de l'hydrogène qu'on observe dans le *end-on tube*, lorsque les conditions sont telles que ni la raie C ni la raie F ne soit visible. On a trouvé que quelques-unes des lignes observées dans ces étoiles, même la ligne 540, coïncident, à très peu près, avec des lignes brillantes qu'on voit dans le spectre de structure, et aussi avec des lignes des spectres de météorites.

Par conséquent, l'hypothèse que, dans les étoiles à lignes brillantes, certaines lignes appartiendraient à l'hydrogène froid doit être remarquée, bien qu'il y ait lieu de la rejeter, comme on le verra bientôt. Il y a à objecter que les grandes lignes de structure de l'hydrogène de 607 à 610 et celle de 574 n'ont pas été consignées dans les spectres stellaires avec celles de 540 et de 580.

Dans les nébuleuses, nous rencontrons principalement les lignes observées dans le spectre du magnésium à très basse température; et ces lignes, comme le montrent jusqu'ici les observations, n'ont pas encore été trouvées associées aux lignes 540 et 580 dont nous venons de parler, bien qu'elles puissent être associées ou non aux lignes brillantes C et F de l'hydrogène. Toutefois, on n'a

observé dans les spectres de nébuleuses aucune ligne coïncidant avec des lignes de l'hydrogène froid. On voit donc que nous avons encore ici de fortes raisons pour rejeter l'hypothèse que les lignes 540 et 580, qu'on voit dans les spectres stellaires, sont dues à l'hydrogène froid; car, l'hydrogène étant commun aux nébuleuses et aux étoiles, il n'y a aucune raison pour que les lignes de structure apparaissent plutôt dans les étoiles que dans les nébuleuses.

Il existe une autre raison pour ne pas attribuer à l'hydrogène froid l'origine d'une quelconque des lignes observées dans les étoiles : c'est qu'on ne voit le spectre de structure de l'hydrogène que dans des lueurs pour ainsi dire emprisonnées; or, précisément, cette condition ne peut se présenter dans l'espace.

D'autre part, les coïncidences apparentes de tant de lignes, dans les spectres de météorites, avec les lignes du spectre de structure de l'hydrogène augmentent encore considérablement les difficultés du travail de laboratoire; le spectre de structure est, en effet, aux observations des spectres de météorites faites au laboratoire, ce qu'un spectre continu est aux observations des lignes brillantes des spectres stellaires.

Si nous demeurons d'accord sur ce point que nous n'avons pas affaire à de l'hydrogène froid, nous concluons que les corps célestes donnant des spectres à lignes brillantes sont différenciés, non par leur origine ou par leur constitution chimique, mais par leurs diverses températures.

A une certaine époque de mes recherches, j'inclinai à attribuer à la prépondérance, dans les essais, tantôt du fer, tantôt de la pierre, les différences qu'on observe dans les lignes brillantes, selon qu'elles sont données par les nébuleuses ou par les étoiles à lignes brillantes; mais je fus conduit à renoncer à cette idée, d'abord par l'étude de la lueur des météorites et surtout par cette considération que, même au point de vue purement télescopique, les étoiles en question présentent une plus grande condensation que les nébuleuses.

Le spectre des nébuleuses est, sauf dans quelques cas, associé avec un spectre continu plus ou moins visible; des météorites à basse température pourraient aussi donner un spectre continu avec un maximum d'intensité dans le jaune; nous pourrions alors comprendre pourquoi les lignes de cette région, provenant d'un

gaz ou d'une vapeur, échappent beaucoup plus facilement à notre examen que les lignes des régions que le spectre continu atteint à peine. Cependant, l'absence totale des lignes brillantes des vapeurs métalliques, sauf les raies 495 et 500, et l'absence des lignes brillantes de l'hydrogène, permettent d'affirmer que nous sommes ici en présence de corps célestes, dans lesquels la température et l'excitation électrique sont à leur minimum. Il est vraiment remarquable que les lignes observées, à l'aide du tube de Geissler, dans les conditions précédemment énoncées, lorsqu'on chauffe du magnésium, de l'olivine ou tout autre élément constitutif des météorites, apparaissent, je dirais presque indistinctement, dans les divers ordres des corps célestes, auxquels jusqu'à présent on attribuait des formes et des constitutions absolument distinctes, comme les étoiles et les nébuleuses.

Si beaucoup de nébuleuses, comme, par exemple, la grande nébuleuse d'Andromède, semblent donner des spectres complètement continus, c'est probablement que nous les observons mal. Il faut, en effet, pour qu'une nébuleuse donne un spectre parfaitement continu, que les météorites qui la constituent soient incandescentes, mais que leur température soit inférieure à celle où se produisent les lignes brillantes. Or la ligne 500 du magnésium se voit dans quelques nébuleuses très faibles, offrant ou n'offrant pas de spectre continu; la température de ces nébuleuses est donc, vraisemblablement, inférieure à celle des nébuleuses qui semblent donner des spectres continus. Ceci posé, il est difficile de croire que d'autres lignes, n'exigeant pour devenir visibles qu'une température un peu supérieure à celle requise par la raie 500, n'apparaissent pas à cette température plus élevée.

Lorsque nos instruments et nos modes d'observation auront été perfectionnés, nous trouverons, sans doute, que les spectres appelés *continus* sont en réalité des spectres discontinus. En effet, déjà quelques-unes de nos observations donnent lieu à des doutes : le spectre du compagnon de la grande nébuleuse d'Andromède, par exemple, paraît se terminer brusquement dans l'orangé; il n'est pas uniforme dans toute son étendue; il est certainement traversé par des lignes d'absorption ou par des lignes brillantes (*).

(*) HUGGINS, *Phil. Trans.*, vol. CLIV, p. 441.

D'autre part, on regarde généralement le spectre de la grande nébuleuse d'Andromède comme parfaitement continu; un observateur de Yale College (dont le nom n'est pas cité) a observé (*Observatory*, vol. VIII, p. 385) dans le spectre de cette nébuleuse trois lignes brillantes : F de l'hydrogène et les lignes $\lambda = 5312,5$ et $\lambda = 5594,0$. Ce même observateur dit que ces deux dernières lignes sont brillantes dans γ Cassiopée et β Lyre, et M Sherman (*Astronomische Nachrichten*, n° 2961) les donne comme brillantes dans ces mêmes étoiles et dans *Nova Andromedæ*.

Nulle autre observation, que je connaisse, ne mentionne ces deux lignes dans γ Cassiopée et β Lyre, mais M. Maunder (*Monthly Notices*, vol. XLVI, p. 20) les considère comme deux lignes de *Nova Andromedæ*. Il est donc possible que les deux lignes en question, dans les observations de Yale College, aient eu leur origine dans *Nova* d'Andromède; en tous cas, rien ne montre que, dans les conditions normales, elles soient visibles dans la grande nébuleuse d'Andromède.

Il n'est pas impossible qu'on constate plus tard, dans quelques-unes des nébuleuses les plus brillantes, les lignes 540 et 580; car elles paraissent venir, dans l'ordre des températures, immédiatement après la ligne 500 du magnésium.

Je dois faire remarquer ici que quelques observateurs ont noté, dans les étoiles à lignes brillantes, une ligne dans le jaune à laquelle ils assignent la position de D_3 . Dans mes expériences sur les météorites placées soit dans des tubes, soit à l'air libre, je n'ai vu aucune ligne qui occupât cette position.

J'ose espérer que quelque observateur, en possession de moyens optiques plus puissants, voudra consacrer son temps à des recherches sur ce sujet. Les preuves que cette ligne n'indique pas le spectre de ce qu'on a appelé l'hélium sont absolument irréfutables. Jusqu'ici, nous n'avons vu la ligne de l'hélium que dans les régions les plus chaudes du Soleil que nous puissions analyser. Elle s'y trouve associée avec la raie b et avec des lignes du fer qui, pour être rendues visibles, exigent l'emploi d'une très forte bobine et d'une puissante bouteille de Leyde; tandis qu'il est prouvé qu'elle a été observée dans des étoiles où l'absence des lignes du fer et de la raie b indique une température très basse. On n'en a vu aucune trace dans *Nova Cygni*; on l'a notée dans un spectre

où la raie C était absente, et une fois on l'a aussi observée au bord d'une cannelure (*).

Il est même possible que la ligne en question n'occupe la position de D_3 qu'à cause du déplacement de D produit par le mouvement de l'étoile dans la direction du rayon visuel. Sur ce sujet, nous n'avons sous la main aucun renseignement relatif à un spectre de référence employé. Cependant, si l'on arrivait à établir définitivement que la ligne en question est réellement D_3 , qui représente probablement une forme subtile de l'hydrogène, on en pourrait seulement conclure que le degré de subtilité de l'hydrogène, qui, dans le cas du Soleil, est dû à la température élevée de cet astre, est causé, dans le cas des espaces intermédiaires des météorites, par l'extrême ténuité de leurs atmosphères.

Cas de « Nova Cygni ».

Le cas de *Nova Cygni* est en ce moment l'objet d'une discussion, et il paraît vraisemblable que cette « étoile » a passé par tous les degrés de température représentés par les « étoiles » à lignes brillantes, les comètes et les nébuleuses. Dans l'état initial, les lignes principales observées étaient celles de l'hydrogène, du magnésium froid et du sodium. Plus tard, on observa en outre des lignes indiquant, selon toute apparence, du magnésium plus chaud et du carbone. A l'époque où la température était maxima (8 décembre 1876), les lignes observées par M. Vogel indiquaient la présence des corps suivants : H, Na, Mg, C, Fe, Mn, Ba, et alors l'étoile, comme cela résulte des dernières discussions, se trouvait presque dans les mêmes conditions que la grande comète de 1882, lors de son passage au périhélie. Le fer, le baryum, le cuivre et le sodium disparurent alors graduellement, puis après l'hydrogène, et, dans le dernier état observé, il ne restait plus que la ligne du magnésium, $\lambda = 500$, comme dans les comètes de 1866 et 1867 et dans les nébuleuses.

Nous devons réserver cependant, pour une Communication ulté-

(*) ... Le spectre est très brillant; on y voit deux larges bandes dans le rouge, puis la raie D, suivie d'une ligne brillante (D_3) formant le bord d'une bande... [KONKOLY, *Neuer Stern bei γ Orionis* (*Astronomische Nachrichten*, n° 2712).]

rière, l'examen approfondi de cette question. Contentons-nous de dire ici que les phénomènes spectroscopiques de *Nova Cygni* seront probablement expliqués par l'hypothèse que la formation de cette étoile est due à la collision de deux essaims de météorites. Les météorites les plus extérieures se heurtèrent d'abord, puis, au moment du maximum de température, la collision eut lieu dans les parties plus denses de l'essaim.

(*A suivre.*)



MÉMOIRES ET OBSERVATIONS.

REMARQUES SUR LA THÉORIE DE LA FIGURE DE LA TERRE;

PAR M. O. CALLANDREAU.

M. Radau a présenté aux lecteurs du *Bulletin* (t. II, p. 157) quelques remarques très intéressantes sur lesquelles M. Poincaré est revenu (*Comptes rendus*, 9 juillet 1888). Ayant eu l'occasion de noter quelques autres conséquences de la théorie de Clairaut, je vais les résumer.

Soient

a le rayon moyen, ε l'ellipticité, ρ la densité d'une couche sphéroïdale intérieure;

$D = \frac{1}{a^3} \int_0^a \rho da^3$ la densité moyenne du sphéroïde entier;

$\Delta = D_1 = \int_0^1 \rho da^3$ la densité moyenne du globe.

Soient encore

$\rho_0 = D_0$ et ρ_1 les densités au centre et à la surface;

ε_1 l'ellipticité du globe qui résulte des mesures;

φ le rapport de la force centrifuge à la pesanteur sous l'équateur.

Cela posé, l'équation établie pour la première fois par Clairaut, et qui relie les ellipticités ε aux densités ρ supposées connues en fonction de a , revient à la suivante

$$(1) \quad \frac{5}{3} \left(\varepsilon D - \frac{1}{2} \varphi \Delta \right) - \int_{\varepsilon}^{\varepsilon_1} \rho d\varepsilon - \frac{1}{a^3} \int_0^a \rho (a^3 \varepsilon)' da = 0;$$

les accents représentent des dérivées suivant l'usage.

On en déduit, en différentiant par rapport à a ,

$$(2) \quad (a \varepsilon' + 2 \varepsilon) D - \frac{3}{2} \varphi \Delta - 3 \int_{\varepsilon}^{\varepsilon_1} \rho d\varepsilon = 0$$

et, en éliminant $\varphi \Delta$ entre (1) et (2),

$$(3) \quad (a^3 \varepsilon' - 3 a^2 \varepsilon) \int_0^a \rho da^3 + 3 \int_0^a \rho (a^3 \varepsilon)' da = 0.$$

Si l'on différentie encore l'équation (2), il viendra

$$(4) \quad \left(\frac{1}{\varepsilon} \alpha^2 \varepsilon'' - \varepsilon\right) D + (\alpha \varepsilon' + \varepsilon) \rho = 0.$$

Introduisons maintenant, avec M. Radau, la variable au $\tau_1 = \frac{\alpha \varepsilon'}{\varepsilon}$; cette variable τ_1 sera toujours positive; nulle pour elle acquiert à la surface la valeur

$$(5) \quad \tau_{11} = \frac{5\varphi}{2\varepsilon_1} - 2,$$

résultant de l'équation (2), dans laquelle on a fait $\alpha = 1$. part, si l'on intègre par parties le dernier terme de l'équation

$$(\tau_1 - 3)D + 3\rho - \frac{3}{\alpha^2 \varepsilon} \int_0^a \alpha^2 \varepsilon d\rho = 0,$$

il en résulte l'inégalité

$$(6) \quad (\tau_1 - 3)D + 3\rho < 0;$$

on déduit de là qu'on a toujours

$$(7) \quad \tau_1 < 3, \quad \frac{\rho}{D} < \frac{3 - \tau_1}{3}, \quad \frac{-\alpha D'}{D} > \tau_1.$$

A la surface, en particulier, on aura

$$(8) \quad 0 < \frac{5\varphi}{2\varepsilon_1} - 2 < 3, \quad \frac{\rho_1}{\Delta} < \frac{3 - \tau_{11}}{3}.$$

Par l'introduction de la nouvelle variable τ_1 , l'équation transforme dans la suivante

$$(9) \quad (\alpha \tau_1' + 5\tau_1 + \tau_1^2)D + 2\alpha(1 + \tau_1)D' = 0.$$

Si l'on a égard à l'identité

$$\alpha [D^2(1 + \tau_1)]' = -D^2(5\tau_1 + \tau_1^2),$$

ayant lieu en vertu de l'équation (9), il en résulte aussitôt que la fonction $D^2(1 + \tau_1)$ croît avec α ; donc, en particulier,

$$(10) \quad \rho_0 > \Delta \sqrt{1 + \tau_{11}},$$

résultat auquel M. Radau est parvenu par une voie analogue.

Passons au calcul des constantes dépendant des n

d'inertie qu'il est utile de considérer dans la théorie de la figure de la Terre, c'est-à-dire, suivant les notations usitées,

$$\frac{C-A}{M} \quad \text{et} \quad \frac{C}{M},$$

$C-A$, C et M ayant les valeurs suivantes :

$$(11) \quad \left\{ \begin{array}{l} C-A = \frac{4}{3} \frac{2\pi}{5} \int_0^1 \rho (a^5 \varepsilon)' da, \\ C = \frac{4}{3} \frac{2\pi}{5} \int_0^1 \rho da^5, \\ M = \frac{4\pi}{3} \int_0^1 \rho da^3. \end{array} \right.$$

On a aussitôt, en ayant égard à l'équation (1),

$$(12) \quad \frac{C-A}{M} = \frac{2}{3} \left(\varepsilon_1 - \frac{1}{2} \varphi \right).$$

Comme le potentiel V de la planète développé suivant les puissances descendantes de la distance r du point attiré au centre de l'ellipsoïde conduit en général à l'expression

$$(13) \quad V = f \left[\frac{M}{r} - \frac{3}{2} \frac{C-A}{r^3} \left(\cos^2 \theta - \frac{1}{3} \right) \right],$$

où θ désigne l'angle de l'axe de révolution avec le rayon vecteur r , la supposition de l'équilibre donne pour V la formule

$$(14) \quad V = \frac{fM}{r} \left[1 - \frac{\varepsilon_1 - \frac{1}{2} \varphi}{r^2} \left(\cos^2 \theta - \frac{1}{3} \right) \right],$$

qui met en évidence ce fait remarquable que le potentiel dépend des seules données superficielles ε_1 et φ . Suivant une remarque de M. Stokes, le potentiel à l'extérieur du corps est indépendant de la constitution interne de la planète; par suite, la formule (14) est une conséquence directe de la loi générale de l'attraction universelle.

Pour étudier la constante $\frac{C}{M}$, nous partirons des résultats sui-

vants, conséquences des équations (1) et (9) et faciles à vérifier :

$$(15) \quad \frac{C}{M} = \frac{2}{3} \left(1 - \frac{\varphi}{2\varepsilon_1} + \frac{1}{5} \gamma \right), \quad \gamma = \frac{3}{\varepsilon_1 \Delta} \int_0^1 a^2 (\varepsilon - \varepsilon_1) \frac{dz}{da} da$$

et

$$(16) \quad \left\{ \begin{aligned} & \frac{2}{3} a^2 \int_0^a \rho da^3 - \frac{3}{2} \int_0^a \rho da^2 = \int_0^a D da^3, \\ & \int_0^a D da^3 = a^2 \sqrt{1 + \tau_1} D - \int_0^a D \left(\frac{1 + \frac{1}{2} \tau_1 - \frac{1}{10} \tau_1^2}{\sqrt{1 + \tau_1}} - 1 \right) da^3, \\ & \frac{C}{M} = \frac{2}{3} \left(1 - \frac{2}{5} \sqrt{1 + \tau_1} + \frac{2}{5} I \right), \end{aligned} \right.$$

$$\text{où } I = \int_0^1 \frac{D}{\Delta} \left(\frac{1 + \frac{1}{2} \tau_1 - \frac{1}{10} \tau_1^2}{\sqrt{1 + \tau_1}} - 1 \right) da^3.$$

Une première remarque s'offre d'elle-même à l'égard des figures d'équilibre presque homogènes : alors on peut dire que $\frac{dz}{da}$, τ_1 et $\varepsilon - \varepsilon_1$ [formules (7)] sont des quantités du premier ordre, γ et I des quantités du second ordre; si l'on néglige les termes du second ordre, il viendra

$$\frac{C}{M} = \frac{2}{3} \left(1 - \frac{\varphi}{2\varepsilon_1} \right) = \frac{2}{3} \left(\frac{3}{5} - \frac{1}{5} \tau_{11} \right) = \frac{2}{3} \left(1 - \frac{2}{5} \sqrt{1 + \tau_{11}} \right).$$

Revenons au cas général. On a toujours $\gamma > 0$; si M désigne le maximum de la quantité entre parenthèses dans I , lequel est égal à $+0,0008$ pour $\tau_1 = \frac{4}{3}$,

$$I < M \int_0^1 \frac{D}{\Delta} da^3;$$

à cause de la très petite valeur de M et de $\int_0^1 \frac{D}{\Delta} da^3$ peu différent de $\sqrt{1 + \tau_{11}}$, I est pratiquement nul ou négatif; donc

$$(17) \quad \frac{2}{3} \left(1 - \frac{2}{5} \sqrt{1 + \tau_{11}} \right) > \frac{C}{M} > \frac{2}{3} \left(\frac{3}{5} - \frac{1}{5} \tau_{11} \right).$$

Quand τ_{11} n'est pas très petit, les deux limites s'écartent sensiblement.

Jusqu'ici, il n'a été question d'aucune hypothèse sur les densités à l'intérieur de l'ellipsoïde fluide.

Pour aller plus loin, je fais sur la loi des densités une hypothèse très générale; si l'on pose

$$\frac{dp}{d\rho} = f(\rho),$$

p étant la pression, j'admets

$$f'_{\rho} \geq 0;$$

en d'autres termes, la compressibilité est supposée constante ou diminuer avec la pression.

Je dis d'abord que $\frac{D'}{D}$ décroît quand a augmente.

En effet, la condition $f'_{\rho} \geq 0$ conduit à

$$\frac{\frac{d^2 p}{da^2} \frac{d\rho}{da} - \frac{dp}{da} \frac{d^2 \rho}{da^2}}{\left(\frac{d\rho}{da}\right)^3} > 0$$

et, à cause de $\frac{d\rho}{da} < 0$, à

$$(18) \quad \frac{d^2 p}{da^2} \frac{d\rho}{da} - \frac{dp}{da} \frac{d^2 \rho}{da^2} < 0.$$

On calcule $\frac{dp}{da}$, $\frac{d\rho}{da}$, ... au moyen des formules

$$\frac{dp}{da} = \rho \frac{dV}{da}, \quad \frac{dp}{\rho da} = -\frac{4\pi}{3} a D,$$

$$\rho = D + \frac{a}{3} D';$$

on pose pour abréger $\frac{D'}{D} = u$:

$$\frac{dp}{da} = -\frac{4\pi}{3} a \left(D + \frac{a}{3} D'\right) D = -\frac{4\pi}{3} a D^2 \left(1 + \frac{a}{3} u\right),$$

$$\frac{d^2 p}{da^2} = -\frac{4\pi}{3} D^2 \left(1 + \frac{a u}{3}\right) \left(1 + 2 a u + \frac{\frac{a^2 u'}{3}}{1 + \frac{a u}{3}}\right),$$

$$\frac{d\rho}{da} = \frac{4}{3} D' + \frac{a}{3} D'' = D \left[\frac{4}{3} u + \frac{a}{3} (u^2 + u')\right],$$

$$\frac{d^2 \rho}{da^2} = D \left[\frac{5}{3} u^2 + \frac{a}{3} (u^3 + u u') + \frac{5}{3} u' + \frac{a}{3} (2 u u' + u'')\right].$$

Pour les petites valeurs de α , la condition (18) se réduit simplement à

$$-\frac{4\pi}{3} D^2 \left(\frac{d\rho}{da} - \alpha \frac{d^2\rho}{da^2} \right) < 0,$$

d'où

$$\frac{d^2\rho}{da^2} < 0;$$

si l'on observe que

$$\alpha D' = \frac{3}{\alpha^3} \int_0^a \frac{d\rho}{da} \alpha^3 da = \frac{3}{4} \alpha \frac{d\rho}{da} - \frac{3}{4} \frac{1}{\alpha^3} \int_0^a \alpha^4 \frac{d^2\rho}{da^2} da,$$

$$\alpha D' > \frac{3}{4} \alpha \frac{d\rho}{da},$$

à cause de $\frac{d^2\rho}{da^2} < 0$, il vient pour la dérivée de $\frac{D'}{D} = 3 \frac{\rho - D}{\alpha D}$

$$\text{dérivée de } \frac{D'}{D} = 3 \frac{\left(\alpha \frac{d\rho}{da} - \frac{4}{3} \alpha D' \right) D - \frac{\alpha^2}{3} D'^2}{\alpha^2 D^2},$$

c'est-à-dire une quantité négative.

Pour montrer que c'est toujours une quantité négative, je cherche ce que donne la condition (18), quand on fait $u' = 0$. Elle devient par la suppression du facteur $-\frac{4\pi}{3} D^2 \left(1 + \frac{\alpha u}{3} \right)$, en changeant de l'inégalité,

$$u(1 + 2\alpha u) \left(\frac{4}{3} + \frac{\alpha}{3} u \right) - \alpha \left(\frac{5}{3} u^2 + \frac{\alpha}{3} u^3 + \frac{\alpha}{3} u^4 \right) > 0,$$

$$\alpha^2 u^4 < u(2 + \alpha u)^2;$$

u étant négatif, u'' l'est *a fortiori*; il en résulte que u' ne peut devenir positif.

Je dis maintenant que τ_1 , toujours positif et nul pour α est croissant. Il suffit, comme tout à l'heure, de calculer τ_1'' l'hypothèse $\tau_1' = 0$; l'équation (9) donne

$$\alpha \tau_1'' + 2(1 + \tau_1)u + 2(1 + \tau_1)\alpha u' = 0;$$

d'après ce qu'on vient d'établir, τ_1'' est essentiellement positif.

τ_1 est croissant. On a donc

$$(19) \quad \tau_1' = \frac{d\tau_1}{da} > 0$$

dans l'hypothèse la plus générale sur les lois de densités.

Revenons au terme complémentaire des formules (16). La quantité entre parenthèses dans I, nulle pour $\tau_1 = 0$, acquiert le maximum $\mathfrak{N} = +0,0008$ pour $\tau_1 = \frac{1}{3}$, et diminue ensuite constamment; on peut écrire sans erreur sensible

$$I > \left(\frac{1 + \frac{1}{2}\tau_1 - \frac{1}{10}\tau_1^2}{\sqrt{1 + \tau_1}} - 1 \right) \int_0^1 \frac{D}{\Delta} da^2,$$

$$I > 1 + \frac{1}{2}\tau_1 - \frac{1}{10}\tau_1^2 - \sqrt{1 + \tau_1};$$

il viendra donc

$$(20) \quad 0 > I > 1 + \frac{1}{2}\tau_1 - \frac{1}{10}\tau_1^2 - \sqrt{1 + \tau_1}.$$

Dans le cas de la Terre, où $\tau_1 = 0,543$, on aurait

$$0 > I > -0,0002;$$

l'erreur sur $\frac{C}{M}$ sera insensible.

Donc, comme conclusion, quand on assimile, avec Clairaut, la Terre et les planètes à des ellipsoïdes fluides de révolution formés de couches concentriques de densité croissante de la surface au centre, les deux constantes $\frac{C-A}{M}$ et $\frac{C}{M}$ dépendant des moments d'inertie peuvent être exprimées, à très peu près, au moyen de la densité moyenne de la planète, de l'aplatissement à la surface et du rapport de la force centrifuge à la pesanteur sous l'équateur, et cela indépendamment de la constitution interne.

Il faut ajouter que les limites pour I sont d'autant plus resserrées que τ_1 est plus petit.

D'autres conséquences se déduisent de la condition $\tau_1' > 0$.

L'équation (9) donne les inégalités suivantes, correspondant aux formules (7) :

$$(21) \quad \frac{\hat{\rho}}{D} < \frac{3 - \tau_1}{3} - \frac{2 + \tau_1}{2 + 2\tau_1}, \quad \frac{aD'}{D} < \tau_1 \frac{5 + \tau_1}{2 + 2\tau_1}.$$

A la surface, on aura

$$(22) \quad \frac{\rho_1}{\Delta} < \frac{3 - \tau_1}{3} \frac{2 + \tau_1}{2 + 2\tau_1}.$$

Ainsi la théorie indique une limite supérieure de la densité superficielle; quand τ_1 a une grande valeur, elle peut devenir très petite.

On voit le rôle important joué par la quantité $\tau_1 = \frac{5\sigma}{2\varepsilon_1} - 2$ qui, nulle dans le cas de l'homogénéité, est d'autant plus sensible que la planète est plus condensée au centre.

Les planètes paraissent devoir être partagées en deux groupes : pour les unes, telles que la Terre, la condensation au centre est faible, τ_1 a une petite valeur; pour les autres, la valeur de τ_1 approche de 3. Saturne offre un type caractéristique du second groupe, et il y a lieu de croire, comme du reste les observations des anneaux le font pressentir, que la surface de la planète n'est ni solide ni liquide, mais composée de matériaux très divisés.

Je renverrai, pour plus de détails, à un travail inséré au t. XIX des *Annales de l'Observatoire*.

SUR LES ORBITES DES DEUX COMÈTES DE 1833 ET 1883;

PAR M. L. SCHULHOF.

[Suite (1).]

Notes sur les observations.

1. Il y a probablement une erreur d'un tour de vis dans la première déclinaison du 2 octobre; c'est pourquoi je ne lui ai attribué que le poids $\frac{1}{4}$.

2. J'ai donné le poids $\frac{1}{2}$ à toutes les observations individuelles où l'E.B. aussi bien que la déclinaison rendent probable une erreur de $10''$ dans l'un des passages de la comète ou de l'étoile, notamment à la cinquième observation du 8, à la deuxième du 11 et à la troisième et à la septième observation du 15 octobre.

3. Une seconde observation incomplète du 9 octobre indique une déclinaison plus australe d'environ $1'$ que celle donnée.

(1) *Bulletin*, II, p. 378.

4. Le 14 octobre, les cordes de la comète, étant un peu trop grandes, ne permettent pas une bonne détermination de la déclinaison.

5. L'indication de l'heure dans les deux séries d'observations du 15 octobre est un peu ambiguë et il y a désaccord dans son interprétation entre moi et Henderson et Hartwig, qui adoptent des valeurs plus petites de 1^m.

6. Dans la première série du 15 octobre, les passages de l'étoile et de la comète se suivaient si rapidement qu'il a pu y avoir confusion entre eux.

Dunlop dit que les observations du 11 octobre se rapportent à l'étoile 6 qui est 5 Ophiuchus. Je soupçonne que c'est seulement le cas pour la dernière observation, mais que les six premières comparaisons ont été faites avec l'étoile 7, Piazzi 72, qui est dans la même *R* et plus boréale de 2', 5. Quoique 5 Ophiuchus soit de la 6^e grandeur et Piazzi 72 de la grandeur 7 $\frac{1}{2}$ et, quoique Dunlop eût choisi de préférence les étoiles les plus brillantes, il ne serait pas étonnant qu'il se fût départi ce soir de son habitude et eût pris une étoile plus faible, mais de beaucoup plus proche du parallèle de la comète que 5 Ophiuchus, en se contentant d'observer cette étoile une seule fois. Mais on est en présence de cette grave objection : comment Dunlop a-t-il pu oublier cette circonstance lors de l'envoi de ses observations, fait sept mois plus tard ? Comme la forme de l'orbite dépend beaucoup de l'interprétation de l'observation du 11 octobre, il me faut entrer dans des détails et donner les raisons qui militent en faveur de ma supposition.

Les observations individuelles d'une même série et de même les observations d'une série à l'autre s'accordent en général très imparfaitement en déclinaison. Mais, si l'on s'autorisait de l'exemple de Dunlop qui a, dans sa réduction provisoire, changé quatre fois de 10^s l'un ou l'autre des passages (au moins trois fois, en admettant une erreur de copie dans la quatrième comparaison du 4 octobre), et si l'on introduisait un changement de 10^s dans les quatre observations mentionnées plus haut, on aurait un accord plus satisfaisant entre les observations d'une même série. Même en gardant toutes les données, on ne trouve que la série du 14 et la deuxième série du 15 octobre où la moyenne des écarts entre les déclinaisons individuelles et leur moyenne monte à 45" et à 50" et où le maximum des écarts atteigne 92" et 100". Or, dans la série du 14 octobre, les grandes cordes de la comète ne permettent pas de bien déter-

miner la déclinaison; quant à la deuxième série du 15 octobre, ne contenant que trois observations, l'inspection des différences $\mathcal{R}_{\star} - \mathcal{R}_{\star}$ aussi bien que des cordes de la comète indique clairement dans la première observation une erreur de $10''$ qui est la source du grand écart. D'autre part, la comète et l'étoile étaient presque au même parallèle aux dates du 8 et du 10 octobre, circonstance très favorable à une bonne détermination de la déclinaison. Il semble donc inadmissible que l'écart entre ces deux séries monte à $2'$ et que la dernière déclinaison du 11 octobre s'écarte de la moyenne générale de cette soirée de $120''$ et de la moyenne des six premières observations même de $153''$. Dunlop lui-même paraît avoir été frappé de cet énorme écart, car il a changé dans sa réduction la corde de la comète de $10''$, quoique la bonne marche des $\mathcal{R}$ contredise la probabilité d'une telle erreur. Il faudrait, pour amener une meilleure concordance des déclinaisons sans nuire à l'accord des $\mathcal{R}$, admettre une erreur double, en augmentant la durée du passage de $10''$ pour l'étoile et en la diminuant de $10''$ pour la comète. Mais, dans ce cas, l'écart entre les deux séries du 8 et du 11 octobre monterait même à $2', 5$, si l'on prenait 5 Ophiuchus pour l'étoile de comparaison.

Une autre supposition, moins probable que la première, établirait aussi un bon accord entre les deux séries en question : c'est l'admission d'une erreur de signe dans la différence $\delta_{\star} - \delta_{\star}$ du 8 octobre. Cette supposition n'explique pas le grand désaccord entre les six premières déclinaisons et la dernière dans l'observation du 11 octobre, et elle laisse encore subsister un grand écart entre les lieux normaux du 10 et du 14 octobre.

Tous mes calculs sont donc faits dans trois suppositions : 1° en adoptant toutes les indications de Dunlop; 2° en admettant deux différentes étoiles de comparaison pour le 11 octobre; 3° en changeant le signe de la différence $\delta_{\star} - \delta_{\star}$ à la date du 8 octobre. La première supposition ne permettra pas de bien représenter les déclinaisons des trois derniers lieux normaux; en diminuant de $14'$ la valeur du rayon du micromètre annulaire, dans la réduction des cordes de la comète, on obtiendra toutefois un meilleur accord dans l'ensemble des déclinaisons. La deuxième supposition, qui fait disparaître l'apparent désaccord entre les déclinaisons du 11 octobre, amène une excellente représentation des lieux normaux. Une dimi-

duction de 8" dans la valeur du rayon du micromètre annulaire rendra l'accord des déclinaisons des différentes séries encore un peu plus satisfaisant. La troisième supposition représente les lieux normaux mieux que la première, mais beaucoup moins bien que la deuxième, et produit un accord satisfaisant entre les déclinaisons des diverses séries. La nécessité d'un changement du rayon du micromètre est moins indiquée; toutefois la diminution de 14" pour la comète seule donne de meilleurs résultats.

Le Tableau suivant contient les positions apparentes de la comète, telles que les fournissent les données non corrigées de Dunlop. Il suffit d'ajouter aux déclinaisons les corrections données dans les deux Tableaux précédents, pour obtenir les positions qui correspondent aux changements mentionnés des dimensions des deux micromètres. J'y ajoute les positions modifiées du 8 et du 11 octobre, résultant d'une différente interprétation des données de Dunlop.

	T. m. de Paris. h m s	R app. h m s	log f. par.	(Q) app.	log. f. par.
SEPT. 30.....	22. 7.30	14.53.23,03	9,7146	—19. 5. 9,8	0,6537 <i>n</i>
OCT. 1.....	21.34.21	15. 1.52,69	9,7065	»	»
1.....	21.37. 3	»	»	—19.36.59,2	0,6140 <i>n</i>
2.....	21.35.54	15.10.30,10	9,7064	—20. 5.33,8	0,6045 <i>n</i>
2.....	21.58.57	15.10.37,30	9,7144	—20. 6.20,9	0,6307 <i>n</i>
3.....	21.41.27	15.19.14,14	9,7081	—20.34.22,7	0,6026 <i>n</i>
5.....	22. 5.37	15.36.51,05	9,7159	—21.25.32,3	0,6151 <i>n</i>
6.....	22. 5. 6	15.45.35,82	9,7153	—21.47.34,1	0,6064 <i>n</i>
7.....	22. 5.52	15.54.18,91	9,7148	—22. 7.19,9	0,5993 <i>n</i>
8.....	22. 8. 8	16. 2.59,22	9,7150	—22.27.31,4	0,5941 <i>n</i>
10.....	21.57.15	16.20. 7,12	9,7065	—22.59.28,4	0,5628 <i>n</i>
11.....	21.40.36	16.28.28,83	9,6926	—23.11.35,3	0,5399 <i>n</i>
13.....	21.44. 3	16.45.13,19	9,6892	—23.31. 8,3	0,5182 <i>n</i>
14.....	22. 1. 0	16.53.30,70	9,6996	—23.37.25,1	0,5365 <i>n</i>
14.....	22.36.25	16.53.39,99	9,7193	—23.38.29,7	0,6433 <i>n</i>
15.....	22. 9.46	17. 1.38,45	9,7030	—23.42.30,6	0,5426 <i>n</i>
7.....	22. 5.52	15.54.18,91	9,7148	—22. 9.25,7	0,5993 <i>n</i>
10.....	21.53.23	16.20. 5,95	9,7046	—22.57.19,6	0,5574 <i>n</i>
10.....	22.18.31	16.20.14,43	9,7170	—22.57.31,0	0,5922 <i>n</i>

Mon but étant principalement la recherche des limites de l'excentricité, j'ai d'abord déduit, à l'aide de trois lieux normaux provi-

soires, des éléments elliptiques et des éléments hyperboliques qui, joints aux éléments I de M. Hartwig, forment la base de tous mes calculs.

Écliptique et équinoxe moyens de 1833,0.

	I	II.	III.
T	sept. 8,68390	sept. 10,20693	sept. 11,17663
π	216.59. 9,0	222.56.46,3	226.13. 0,0
Ω	326.11.49,0	323. 9.22,8	321.47.42,0
i	7.22.49,0	7.19.39,4	7.14. 6,0
e	0,8617355	1,000000	1,100000
$\log q$	9,613634	9,661576	9,688200

T est exprimé en temps moyen de Paris.

A l'aide de ces éléments j'ai calculé des éphémérides rigoureuses. Je ne donne ici, dans la forme usuelle, que l'éphéméride déduite des éléments paraboliques. Pour les deux autres éphémérides, il est plus avantageux de les donner sous une forme différentielle, permettant de reconnaître à vue de combien peuvent changer d'un jour à l'autre les corrections admissibles de l'éphéméride parabolique. Dans le second Tableau ci-dessous, ΔR , $\Delta \Omega$ et $\Delta Aberr.$ indiquent les corrections qu'il faut ajouter à l' R , à la Ω et au temps d'aberration du premier Tableau, pour trouver les valeurs correspondant aux éléments I ou III; $\frac{\Delta_2}{\Delta_1}$ et $\frac{\Delta_3}{\Delta_1}$ sont les facteurs par lesquels il faut multiplier les parallaxes calculées pour la parabole, pour avoir les valeurs correspondant à l'ellipse et à l'hyperbole.

ÉPHÉMÉRIDE POUR 23^h, TEMPS MOYEN DE PARIS. (Parabole.)

Date.	R app. h m s	(Q) app.	$\log \Delta$	T d'aberr. m. s
SEPT. 29.....	14.45. 9,45	-18.33.33,0	0,0254	8.49
30.....	14.53.45,53	-19. 6.38,4	0,0233	8.46
OCT. 1.....	15. 2.24,46	-19.38. 4,5	0,0215	8.44
2.....	15.11. 5,66	-20. 7.47,3	0,0202	8.42
3.....	15.19.48,49	-20.35.43,1	0,0192	8.41
4.....	15.28.32,27	-21. 1.48,7	0,0186	8.40
5.....	15.37.16,26	-21.26. 1,6	0,0184	8.40
6.....	15.45.59,69	-21.48.19,9	0,0186	8.40
7.....	15.54.41,80	-22. 8.42,3	0,0192	8.41

Date.	R app.	(D) app.	log Δ.	T. d'aberr.
	^h ^m ^s			^m ^s
OCT. 8.....	16. 3.21,79	—22.27. 8",1	0,0201	8.42
9.....	16.11.58,88	—22.43.37,5	0,0214	8.44
10.....	16.20.32,29	—22.58.11,4	0,0231	8.46
11.....	16.29. 1,27	—23.10.51,2	0,0252	8.48
12.....	16.37.25,10	—23.21.39,0	0,0276	8.51
13.....	16.45.43,10	—23.30.37,6	0,0302	8.55
14.....	16.53.54,64	—23.37.50,3	0,0332	8.58
15.....	17. 1.59,14	—23.43.20,7	0,0365	9. 2

Éphémérides différentielles.

I. Ellipse.				
	ΔR.	Δ(D).	Δ Aberr.	$\frac{\Delta_1}{\Delta_2}$.
SEPT. 29.....	—2,03	+25,4	—25 ^s	1,0496
30.....	—1,13	+12,9	—25	1,0502
OCT. 1.....	—0,51	+ 2,9	—26	1,0509
2.....	—0,14	— 4,8	—26	1,0515
3.....	+0,04	—10,6	—26	1,0522
4.....	+0,05	—14,8	—26	1,0528
5.....	—0,06	—17,7	—26	1,0535
6.....	—0,25	—19,5	—27	1,0542
7.....	—0,51	—20,4	—27	1,0548
8.....	—0,78	—20,5	—27	1,0555
9.....	—1,05	—20,1	—28	1,0562
10.....	—1,27	—19,1	—28	1,0568
11.....	—1,43	—17,7	—29	1,0575
12.....	—1,50	—15,8	—29	1,0582
13.....	—1,45	—13,6	—30	1,0589
14.....	—1,26	—11,0	—30	1,0596
15.....	—0,93	— 8,0	—31	1,0603

III. Hyperbole.				
	ΔR.	Δ(D).	Δ Aberr.	$\frac{\Delta_1}{\Delta_2}$.
SEPT. 29.....	+0,87	—18,4	+14 ^s	0,9739
30.....	—0,32	—12,7	+14	0,9736
OCT. 1.....	—1,28	— 9,0	+14	0,9734
2.....	—2,04	— 7,0	+14	0,9731
3.....	—2,60	— 6,5	+14	0,9729
4.....	—2,98	— 7,2	+15	0,9727
5.....	—3,22	— 8,9	+15	0,9724

III. Hyperbole.

	$\Delta R.$	$\Delta(Q).$	$\Delta \text{Aberr.}$	$\frac{\Delta_1}{\Delta_2}$
OCT. 6	$-3,32$	$-11,5$	$+15$	$0,9722$
7	$-3,30$	$-14,8$	$+15$	$0,9720$
8	$-3,19$	$-18,6$	$+15$	$0,9717$
9	$-3,00$	$-22,8$	$+15$	$0,9715$
10	$-2,75$	$-27,3$	$+16$	$0,9712$
11	$-2,46$	$-32,0$	$+16$	$0,9710$
12	$-2,16$	$-36,8$	$+16$	$0,9707$
13	$-1,87$	$-41,6$	$+16$	$0,9704$
14	$-1,59$	$-46,4$	$+16$	$0,9702$
15	$-1,37$	$-51,2$	$+17$	$0,9699$

Les trois Tableaux suivants contiennent les écarts (obs.-calc.) correspondant aux trois systèmes d'éléments. Pour les écarts en déclinaison je donne trois différentes valeurs déduites dans les suppositions : 1° qu'on garde les dimensions des micromètres, données par Dunlop; 2° qu'on diminue la valeur d'un tour de vis du micromètre à fils de $\frac{1}{60}$ et celle du rayon du micromètre annulaire de 8"; 3° qu'on diminue la valeur d'un tour de vis de $\frac{1}{60}$ et qu'on adopte pour la réduction des cordes de la comète la valeur $r = 858''$, en conservant pour les étoiles le rayon du micromètre annulaire, donné par Dunlop. J'ajoute, pour les 7 et 10 octobre, les écarts modifiés résultant d'une interprétation différente des observations de ces deux soirées. Les poids donnés indiquent dans quelle proportion seront à combiner les observations formant un lieu normal.

I. ÉCARTS DES OBSERVATIONS (obs.-calc.) POUR L'ELLIPSE.

Dates	ΔR	$\Delta \delta_1$	$\Delta \delta_2$	$\Delta \delta_3$	Poids
OCT. 0	$+1,04$	$-11,1$	$-15,2$	$-15,2$	1
1	$+3,22$	$-56,5$	$-28,8$	$-28,8$	$\frac{1}{2}$
2	$-1,40$	$+22,6$	$+12,9$	$+12,9$	1
2	$-2,55$	$+3,1$	$+0,6$	$+0,6$	$\frac{1}{2}$
3	$-2,32$	$-11,4$	$+9,2$	$+8,1$	1
5	$-1,85$	$-18,1$	$+2,3$	$+1,6$	1
6	$-0,18$	$+4,9$	$-21,0$	$-15,3$	1
7	$+0,71$	$+49,2$	$+50,3$	$+29,6$	1

MÉMOIRES ET OBSERVATIONS.

487

Dates	$\Delta R.$	$\Delta \delta_1.$	$\Delta \delta_2.$	$\Delta \delta_3.$	Poids.
OCT. 8.....	+0,37	— 50,6	— 16,1	— 5,7	$\frac{1}{2}$
10.....	+1,84	— 100,9	— 96,9	— 74,1	1
11.....	+0,34	— 72,8	— 46,1	— 48,1	$\frac{1}{2}$
13.....	+1,03	— 48,7	— 16,2	— 12,9	1
15.....	+0,37	+ 43,5	+ 20,4	+ 24,9	1
7.....	+0,71	— 76,6	— 77,8	— 59,1	1
10.....	+2,03	+ 24,7	+ 26,3	+ 52,5	1
10.....	+1,61	+ 27,3	+ 33,8	+ 54,9	$\frac{1}{2}$

II. ÉCARTS DES OBSERVATIONS (obs.-calc.) POUR LA PARABOLE.

Dates.	$\Delta R.$	$\Delta \delta_1.$	$\Delta \delta_2.$	$\Delta \delta_3.$	Poids.
OCT. 0.....	+0,01	+ 1,9	— 2,2	— 2,2	1
1.....	+2,80	— 53,4	— 25,6	— 25,6	$\frac{1}{2}$
2.....	— 1,43	+ 18,0	+ 8,3	+ 8,3	1
2.....	— 2,58	— 1,6	— 4,1	— 4,1	$\frac{1}{2}$
3.....	— 2,16	— 21,9	— 1,2	— 2,4	1
5.....	— 1,77	— 35,8	— 15,5	— 16,1	1
6.....	— 0,29	— 14,7	— 40,6	— 34,9	1
7.....	+0,34	+ 28,7	+ 29,8	+ 9,1	1
8.....	— 0,26	— 71,2	— 36,8	— 26,3	$\frac{1}{2}$
10.....	+0,71	— 120,1	— 116,1	— 93,3	1
11.....	— 0,94	— 90,6	— 63,9	— 65,9	$\frac{1}{2}$
13.....	— 0,28	— 62,5	— 30,0	— 26,6	1
14.....	— 0,43	+ 4,0	— 19,6	— 16,5	1
14.....	— 3,12	— 52,1	— 30,0	— 28,9	1
15.....	— 0,43	+ 35,3	+ 12,2	+ 16,7	1
7.....	+0,34	— 97,2	— 98,3	— 79,6	1
10.....	+0,91	+ 5,4	+ 10,1	+ 33,4	1
10.....	+0,48	+ 8,1	+ 14,6	+ 35,7	$\frac{1}{2}$

III. ÉCARTS DES OBSERVATIONS (obs.-calc.) POUR L'HYPERBOLE.

Dates.	$\Delta R.$	$\Delta \delta_1.$	$\Delta \delta_2.$	$\Delta \delta_3.$	Poids.
OCT. 0.....	+0,36	+ 14,6	+ 10,5	+ 10,5	1
1.....	+4,11	— 44,3	— 16,6	— 16,6	$\frac{1}{2}$
2.....	+0,64	+ 24,9	+ 15,2	+ 15,2	1

Date.	ΔR .	Δi .	$\Delta \zeta$.	$\Delta \tau$.	P. v.
OCT. 2.....	-0,50	- 5,3	- 1,8	- 2,8	$\frac{1}{2}$
3.....	-0,48	- 15,5	- 5,1	- 4,0	1
5.....	-1,52	- 27,1	- 6,8	- 7,4	1
6.....	-3,10	- 3,4	- 20,3	- 23,6	1
7.....	-3,72	- 43,7	- 44,3	- 23,6	1
8.....	-3,01	- 52,8	- 18,4	- 7,9	$\frac{1}{2}$
10.....	-3,55	- 93,1	- 89,0	- 66,2	1
11.....	-1,67	- 58,7	- 32,0	- 34,0	$\frac{1}{2}$
13.....	-1,68	- 21,1	- 11,4	- 14,7	1
14.....	-1,26	+ 50,2	- 26,6	- 29,7	1
14.....	-1,44	- 5,7	- 16,3	- 17,5	1
15.....	-1,02	+ 86,4	- 63,3	- 67,8	1
7.....	+3,72	- 82,6	- 83,7	- 65,0	1
10.....	+3,75	+ 32,5	+ 37,2	+ 60,4	1
10.....	+3,32	+ 35,3	+ 41,7	- 62,8	$\frac{1}{2}$

Si l'on introduisait dans les quatre premières ΔR la correction mentionnée pour le défaut de perpendicularité du fil horaire, on obtiendrait les écarts plus concordants :

	I. Ellipse	II. Parabole	III. Hyperbole
OCT. 0.....	+1,45	-0,49	+0,77
1.....	-0,45	-0,03	-1,33
2.....	-0,44	-0,46	+1,61
2.....	-2,30	-2,32	-0,24

Les écarts des lieux normaux donnés ci-après sont un peu erronés pour deux raisons : 1^{re} parce que les époques auxquelles je les ai rapportés s'écartent jusqu'à un quart de jour de la moyenne de heures d'observation ; 2^o parce que les écarts ne restent pas linéaires même dans l'intervalle de deux jours, comme on peut le voir dans le Tableau des éphémérides différentielles. Ainsi, par exemple, la moyenne des ΔR des 3 et 5 octobre donne - 0',01 et - 2',91 tandis qu'on trouve, à la date du 4 octobre, les valeurs + 0',0 et - 2',98. Les petites erreurs ainsi commises étant variables selon les différentes suppositions, il aurait fallu répéter, avec des valeurs corrigées, chaque fois la résolution des équations de condition

J'ai cru pouvoir me dispenser de cette répétition, la mauvaise concordance des observations rendant superflu tout Calcul trop méticuleux.

Voici, pour les trois orbites, les écarts des lieux normaux, auxquels je donne uniformément le même poids; j'y ajoute les écarts des lieux normaux modifiés des 7 et 10 octobre.

I. — ELLIPSE.

	T. m. de Paris.	$\Delta x.$	$\Delta \delta_1.$	$\Delta \delta_2.$	$\Delta \delta_3.$
I.....	Oct. 1, 23 ^h	— 0,1	— 5,1	— 5,5	— 5,5
II.....	4, 23	— 31,3	— 14,7	+ 5,8	+ 4,9
III.....	7, 23	+ 4,3	+ 11,5	+ 8,5	+ 4,6
IV.....	11, 11	+ 20,1	— 91,5	— 79,9	— 65,4
V.....	14, 23	+ 0,4	— 7,8	— 5,9	— 2,9
III*.....	7, 23	+ 4,3	— 38,8	— 42,7	— 30,9
IV*.....	11, 11	+ 22,6	+ 1,0	+ 11,6	+ 28,0

II. PARABOLE.

	T. m. de Paris.	$\Delta x.$	$\Delta \delta_1.$	$\Delta \delta_2.$	$\Delta \delta_3.$
I.....	Oct. 1, 23 ^h	— 6,5	— 2,5	— 2,9	— 2,9
II.....	4, 23	— 29,4	— 28,8	— 8,4	— 9,2
III.....	7, 23	— 0,5	— 8,7	— 11,7	— 15,6
IV.....	11, 11	+ 2,4	— 110,3	— 98,7	— 84,2
V.....	14, 23	— 16,0	— 18,8	— 16,8	— 13,8
III*.....	7, 23	— 0,5	— 59,0	— 62,9	— 51,1
IV*.....	11, 11	+ 5,1	— 17,9	— 7,3	+ 9,1

III. — HYPERBOLE.

	T. m. de Paris.	$\Delta x.$	$\Delta \delta_1.$	$\Delta \delta_2.$	$\Delta \delta_3.$
I.....	Oct. 1, 23 ^h	+ 14,0	+ 6,7	+ 6,3	+ 6,3
II.....	4, 23	+ 15,0	— 21,3	— 0,8	— 1,7
III.....	7, 23	+ 50,0	+ 5,3	+ 2,3	— 1,6
IV.....	11, 11	+ 43,7	— 81,6	— 70,0	— 55,5
V.....	14, 23	+ 9,5	+ 27,4	+ 29,4	+ 32,4
III*.....	7, 23	+ 50,0	— 45,0	— 48,9	— 37,0
IV*.....	11, 11	+ 46,6	+ 10,4	+ 21,0	+ 37,4

Les positions des lieux normaux correspondant à la parabole sont les suivantes :

	$\mathcal{A}$ 1833,0.	$\mathcal{Q}$ I 1833,0.	$\mathcal{Q}$ II 1833,0.	$\mathcal{Q}$ III 1833,0.
I.....	225.35.39,5	—19.38. 2,2	—19.38. 2,6	—19.38. 2,6
II.....	232. 7.13,1	—21. 2.13,4	—21. 1.52,9	—21. 1.53,8
III.....	238.40. 4,4	—22. 8.47,5	—22. 8.50,5	—22. 8.54,4
IV.....	246.11.30,3	—23. 6.33,3	—23. 6.21,7	—23. 6. 7,2
V.....	253.28. 0,1	—23.38. 7,7	—23.38. 5,8	—23.38. 2,8
III*.....	238.40. 4,4	—22. 9.37,8	—22. 9.41,7	—22. 9.29,9
IV*.....	246.11.32,9	—23. 5. 0,9	—23. 4.50,3	—23. 4.33,9

Les corrections qu'il faut ajouter à ces positions pour obtenir les lieux normaux correspondant à l'ellipse et à l'hyperbole sont les suivantes :

	I. Ellipse.		III. Hyperbole.	
	Corr. $\mathcal{A}$.	Corr. $\mathcal{Q}$.	Corr. $\mathcal{A}$.	Corr. $\mathcal{Q}$.
I.....	—1,3	+0,4	+1,3	+0,2
II.....	—1,0	—0,6	—0,3	+0,3
III.....	—2,9	—0,2	+0,9	—0,8
IV.....	—2,8	+0,3	+2,1	—1,0
V.....	—2,5	0,0	+1,5	—0,2
III*.....	—2,9	—0,2	+0,9	—0,8
IV*.....	—2,6	+0,2	+2,4	—1,4

L'irrégularité dans la marche de ces corrections s'explique, comme je l'ai dit plus haut, par le mode de formation des lieux normaux.

Pour la recherche des limites extrêmes de l'excentricité, j'ai déduit, à l'aide des trois systèmes d'éléments, les coefficients différentiels des éléments éclipticaux. Il aurait été plus avantageux de rapporter les calculs à l'équateur, vu que les nombreuses hypothèses que j'introduis touchent presque exclusivement aux déclinaisons, tandis qu'après la transformation des coordonnées tout changement, affectant la déclinaison seule, produit une variation aussi bien dans la longitude que dans la latitude.

Les formules suivantes donnent $\cos \beta \Delta \lambda$ et $\Delta \beta$, sous forme logarithmique, exprimés en Δz et $\Delta \delta$.

	$\cos \beta \Delta \lambda.$		$\Delta \beta.$	
I.....	9,9564 Δz	+9,4453 _n $\Delta \delta$	9,4193 Δz	+9,9824 $\Delta \delta$
II.....	9,9567 Δz	+9,3884 _n $\Delta \delta$	9,3585 Δz	+9,9866 $\Delta \delta$
III.....	9,9572 Δz	+9,3162 _n $\Delta \delta$	9,2829 Δz	+9,9905 $\Delta \delta$
IV.....	9,9581 Δz	+9,2062 _n $\Delta \delta$	9,1700 Δz	+9,9943 $\Delta \delta$
V.....	9,9592 Δz	+9,0542 _n $\Delta \delta$	6,0162 Δz	+9,9972 $\Delta \delta$

Dans le calcul des coefficients différentiels, donnés sous forme logarithmique, je me suis servi de différentes formules pour l'ellipse, d'une part, et pour la parabole et l'hyperbole, d'autre part, en remplaçant dans l'ellipse T , q et e par M , μ et φ .

Quoique la représentation des variations possibles des éléments par un système unique de formules ne présente pas un intérêt particulier dans le cas de cette comète, il eût été néanmoins préférable de garder aussi dans l'ellipse les éléments T , q et e .

(A suivre.)

OBSERVATIONS DE PLANÈTES,

FAITES A L'OBSERVATOIRE D'ALGER, AU TÉLESCOPE DE 0^m,50;

PAR MM. TRÉPIED, RAMBAUD ET SY.

m.	T. m. d'Alger.	$\Delta R.$	$\Delta Q.$	N. de c.	R app.	log f. p.	Q app.	log f. p.	★	Obs.
----	----------------	-------------	-------------	----------	----------	-----------	----------	-----------	---	------

Victoria (12).

m.	h	m	s	m	s		h	m	s								
1.	9.	50.	57	-5.	18,15	-	2.	39,5	10:10	9.	39.	11,56	1,539 n	+ 0.34.44,8	0,718	1	R
1.	10.	2.	48	-5.	18,81	-	2.	38,6	10:10	9.	39.	10,86	1,506 n	+ 0.34.45,7	0,718	1	S
2.	10.	19.	27	-6.	15,14	+	0.	22,1	10:10	9.	38.	14,59	1,463 n	+ 0.37.46,2	0,749	1	R
2.	10.	57.	9	-6.	17,1	+	0.	27,2	8:8	9.	38.	12,72	1,351 n	+ 0.37.51,3	0,716	1	S

Irma (177).

7.	9.	25.	59	+0.	6,15	+	0.	36,2	20:16	9.	42.	23,85	1,552 n	+14.50.46,6	0,586	2	R
7.	9.	57.	37	+0.	4,95	+	0.	39,2	20:16	9.	42.	22,65	1,487 n	+14.50.49,6	0,566	2	S
11.	10.	8.	25	+0.	58,31	+	5.	17,9	12:12	9.	38.	40,05	1,406 n	+15. 8. 0,3	0,545	3	R

Irène (14).

21.	9.	6.	50	+2.	13,50	+	1.	34,2	12:12	11.	8.	30,53	1,643 n	+22.16.49,8	0,545	4	R
21.	9.	56.	39	+2.	11,88	+	1.	52,9	12:12	11.	8.	28,91	1,541 n	+22.17. 8,5	0,483	4	S
23.	9.	18.	28	+0.	37,50	-	6.	14,0	12:12	11.	6.	54,03	1,618 n	+22.33.35,3	0,514	5	R

Dates.	T. m. d'Alger.	ΔR .	$\Delta(D)$.	N. de c.	R app.	log f. p	(D) app.	log
Irène (14).								
1888.	h m s	m s	.	.	h m s			
FÉVR. 23.	9.42.55	+0.36,43	— 6. 4,3	12:12	11. 6.52,96	$\bar{1},580n$	+22.33.35,0	0,3
27.	10.20.34	+2.58,58	—13.29,0	10:10	11. 7.21,79	$\bar{1},465n$	+23. 4.56,3	0,3
27.	10.48.14	+2.57,53	—13.20,8	12:12	11. 7.20,74	$\bar{1},377n$	+23. 5. 4,5	0,3
MARS 6.	9.41. 6	+1.40,65	+ 2.38,2	12:12	10.56.31,87	$\bar{1},460n$	+23.56.40,9	0,3
6.	10. 6. 9	+1.39,90	+ 2.42,1	12:12	10.56.31,12	$\bar{1},380n$	+23.56.44,8	0,3

Honorina (236).

MARS 6.	10.52.41	+0.49,81	— 0.23,0	12:12	10.15.45,82	$\bar{2},673n$	+ 5.11.58,0	0,6
6.	11.23.53	+0.49,10	— 0.18,3	12:12	10.15.45,12	$\bar{2},250$	+ 5.11.52,7	0,6
8.	10.51.28	—0.22,09	—11.42,8	20:20	10.14.17,43	$\bar{2},481n$	+ 5.24.31,8	0,6
8.	11.37.31	—0.23,38	—11.30,6	20:20	10.14.16,14	$\bar{2},815$	+ 5.24.44,0	0,6
14.	8.48.16	—1.21,66	+ 4. 4,0	10:10	10.10.17,33	$\bar{1},344n$	+ 6. 0.37,9	0,6
14.	9.15.34	—1.22,65	+ 4. 7,2	16:16	10.10.16,34	$\bar{1},228n$	+ 6. 0.41,1	0,6

(272).

MARS 7.	9.23.14	+0.59,28	+ 7.35,7	12:12	9.33.52,52	$\bar{1},163n$	+21. 5.28,7	0,3
7.	10.28.39	+0.57,74	+ 7.39,4	10:10	9.33.50,98	$\bar{3},331n$	+21. 5.32,4	0,3
8.	9. 2.42	+0.20,95	+ 8.45,2	10:20	9.33.14,16	$\bar{1},253n$	+21. 6.38,0	0,3
8.	9.44.16	+0.19,83	+ 8.43,8	10:20	9.33.13,04	$\bar{2},955n$	+21. 6.36,6	0,3
9.	9. 2.35	—0.17,59	+ 9.47,9	16:16	9.32.35,64	$\bar{1},230n$	+21. 7.40,5	0,3
9.	9.43.50	—0.18,97	+ 9.47,6	18:18	9.32.34,26	$\bar{2},909n$	+21. 7.40,2	0,3

Prymno (261).

MARS 21.	10.42.31	+1.57,72	+ 3.41,1	10:10	12.25. 0,51	$\bar{1},315n$	+ 4.42.26,1	0,6
22.	8.58.56	+2. 4,12	— 8.58,9	18:18	12.24. 9,29	$\bar{1},564n$	+ 4.48. 9,7	0,6
22.	9.30. 8	+2. 3,02	— 8.52,0	18:18	12.24. 8,19	$\bar{1},508n$	+ 4.48.16,6	0,6
23.	8.23.43	+1.10,42	— 2.54,2	16:16	12.23.15,59	$\bar{1},606n$	+ 4.54.14,3	0,6
23.	8.55.50	+1. 9,46	— 2.50,0	16:16	12.23.14,63	$\bar{1},562n$	+ 4.54.18,5	0,6

Eugenia (45).

AVRIL 26.	8.31.35	—1. 2,40	+ 0. 7,1	12:12	12.58.31,83	$\bar{1},492n$	+ 3. 0. 7,6	0,6
26.	8.53.43	—1. 3,08	+ 0.10,8	12:12	12.58.31,15	$\bar{1},394n$	+ 3. 0.11,3	0,7
27.	8.44.41	—0.43,56	— 9.28,9	10:10	12.57.54,67	$\bar{1},339n$	+ 3. 4. 7,4	0,6
27.	8.59.18	—0.43,84	— 9.27,3	10:10	12.57.54,39	$\bar{1},275n$	+ 3. 4. 9,0	0,6

Sapho (80).

MARS 30.	9. 3.55	+0. 0,84	— 6. 7,7	8:18	13.32. 3,65	$\bar{1},619n$	—14. 7.28,0	0,7
30.	9.33.17	—0. 0,30	— 6. 2,5	8:18	13.32. 2,52	$\bar{1},579n$	—14. 7.22,8	0,7

Ann. T. m. d'Alger. ΔR. Δ(D). N. de c. R app. log f. p. (D) app. log f. p. * Obs.

Sapho (80).

	^h _h	^m _m	^s _s	^m _m	^s _s	^m _m	^s _s	^m _m	^s _s	^m _m	^s _s	^m _m	^s _s			
31.	10.15.25	—0.53,06	+ 1.20,4	10:10	13.31. 9,77	1,490 n	—14. 0. 0,0	0,810	16	R						
31.	10.38. 4	—0.53,88	+ 1.28,3	10:10	13.31. 8,95	1,431 n	—13.59.52,1	0,817	16	S						
7.	11.54.49	+2.45,40	— 5.59,5	10:10	13.24.50,28	2,694 n	—13. 5.39,0	0,829	17	S						
7.	12.15.55	+2.44,41	— 5.51,9	10:10	13.24.49,29	3,662 n	—13. 5.31,4	0,829	17	T						
11.	10.28.11	+0.44,31	— 4.53,5	10:10	13.21.10,92	1,272 n	—12.33. 2,5	0,818	18	R						
11.	10.40.28	+0.43,69	— 4.48,9	10:10	13.21.10,30	1,212 n	—12.32.57,9	0,820	18	S						
12.	10.29.25	—1.18,26	— 1.12,0	12:12	13.20.15,31	1,243 n	—12.24.43,1	0,818	19	S						
12.	10.49.12	—1.19,25	— 1. 5,2	12:12	13.20.14,32	1,132 n	—12.24.36,3	0,821	19	R						
13.	9.10.20	—1.27,06	+ 9. 8,2	12:12	13.19.22,61	1,492 n	—12.16.41,7	0,801	20	S						
13.	9.32.15	—1.27,75	+ 8.57,1	12:12	13.19.21,92	1,436 n	—12.16.30,4	0,807	20	R						
20.	11.49.36	+1.52,78	+ 4.35,1	8:8	13.12.51,08	2,862	—11.15.20,4	0,816	21	R						
20.	11.55.30	+1.52,52	+ 4.32,4	10:10	13.12.50,82	2,930	—11.15.17,7	0,816	21	S						
21.	9.21.17	+1. 5,64	+ 3.11,8	10:10	13.12. 3,76	2,351 n	—11. 7.33,6	0,816	21	S						
21.	9.41.54	+1. 5,04	+ 3.18,9	10:10	13.12. 3,16	2,819 n	—11. 7.26,5	0,815	21	R						

Vala (131).

3.	9.54.17	+1. 9,53	+ 6.47,1	12:12	14.30.17,10	1,337 n	—17.55.44,0	0,805	22	S
4.	8.22.34	+0.14,87	+ 8.36,4	12:12	14.29.22,44	1,558 n	—10.53.54,7	0,783	22	R
4.	8.39.49	+0.14,27	+ 8.38,8	12:12	14.29.21,84	1,527 n	—10.53.52,3	0,789	22	T
13.	8.54.27	+0.41,12	— 2. 4,2	12:12	14.19.16,70	1,343 n	—10.37.28,9	0,803	23	R
13.	9.15.55	+0.40,29	— 2. 1,6	12:12	14.19.15,87	1,253 n	—10.37.26,3	0,807	23	S

Cyrene (133).

16.	8.45.11	—4.33,59	— 0.14,9	12:12	14.46.45,14	1,516	—28.16.52,1	0,864	24	R
22.	9. 2.45	—1. 2,69	+ 8. 0,7	12:12	14.42. 1,30	1,337	—27.50.28,1	0,887	25	S
22.	9.26.15	—1. 3,42	+ 8. 5,7	12:12	14.42. 0,57	1,220	—27.50.23,1	0,893	25	R

(275).

19.	9. 4.27	—4.12,85	— 1.40,0	10:10	12.46.39,13	1,676 n	+ 3.45.17,5	0,720	26	S
19.	9.38.35	—4.13,39	— 1.33,4	10:10	12.46.38,59	1,668 n	+ 3.45.24,1	0,714	26	R

(276).

19.	10. 5.41	+1.21,92	+ 7.35,6	10:10	14. 3.24,08	1,397 n	—12.15.52,5	0,810	27	R
20.	10.21.24	+0.16,93	— 3.49,6	14:14	14. 2.41,98	1,326 n	—12. 5.53,1	0,813	28	R
20.	10.38.14	+0.16,44	— 3.41,2	14:14	14. 2.41,49	1,253 n	—12. 5.44,7	0,816	28	T
20.	10.59.14	+0.15,86	— 3.32,8	14:14	14. 2.40,91	1,136 n	—12. 5.36,3	0,819	28	S
21.	8.32.44	—0.21,40	+ 5.27,0	12:12	14. 2. 3,66	1,582 n	—11.56.37,2	0,783	28	R

Positions des étoiles de comparaison.

★	Gr.	Moy 1888,0.	Red. au j.	(Moy 1888,0.	Red au j.	Autorités.
1..	8	9.44.28,93 ^{h m s}	+0,78	+ 0.37.30,6	— 6,3	Lamont, n° 2275.
1..	8	"	+0,80	"	— 6,5	"
2..	9,5	9.42.16,91	+0,79	+14.50.18,1	— 7,7	B. B. t. VI, n° 2148
3..	9	9.37.40,91	+0,83	+15. 2.50,3	— 7,9	W ₂ , IX ^b , n° 774.
4..	9,5	11. 6.16,19	+0,84	+22.15.23,5	— 7,9	B. B. t. VI, n° 2330
5..	9	11. 6.15,67	+0,86	+22.39.47,1	— 7,8	W ₂ , XI ^b , n° 71.
6..	8	11. 4.22,30	+0,91	+23.18.32,9	— 7,6	W ₂ , XI ^b , n° 23.
7..	8,9	10.54.50,24	+0,98	+23.54.10,1	— 7,4	W ₂ , X ^b , n° 1062.
8..	8,9	10.14.55,06	+0,95	+ 5.12.29,4	— 8,4	W ₁ , X ^b , n° 216.
9..	9,5	10.14.38,57	+0,95	+ 5.36.23,0	— 8,4	Runkler, X ^b , n° 3147.
10..	9	10.11.38,06	+0,93	+ 5.56.42,4	— 8,5	W ₁ , X ^b , n° 159.
11..	9	9.32.52,38	+0,86	+20.58. 4,9	—11,9	W ₂ , IX, n° $\frac{652+660}{2}$.
11..	"	"	+0,83	"	—12,1	"
11..	"	"	+0,85	"	—12,3	"
12..	10	12.23. 1,73	+1,06	+ 4.38.44,3	+ 0,7	Lamont, n° 925 + 4°.
13..	10	12.22. 4,10	+1,07	+ 4.57. 7,9	+ 0,7	Lamont, n° 921 + 5°.
13..	"	"	+1,07	"	+ 0,6	"
14..	9	12.59.33,02	+1,21	+ 3. 0. 5,5	— 5,0	W ₁ , XII ^b , n° 992.
15..	9	12.58.37,03	+1,20	+ 3.13.41,2	— 4,9	W ₁ , XII ^b , n° 980.
16..	7,8	13.32. 1,61	+1,22	+14. 1.16,2	— 4,1	Paris, 1855. 1879.
16..	"	"	+1,23	"	— 4,2	"
17..	9	13.22. 3,60	+1,28	+12.59.34,2	— 5,3	W ₁ , XIII ^b , n° 329.
18..	9	13.20.25,30	+1,31	+12.28. 3,4	— 5,6	W ₁ , XIII ^b , n° 293.
19..	9	13.21.32,25	+1,32	+12.23.25,5	— 5,6	Santini, Lamont.
20..	5	13.20.48,35	+1,32	+12. 7.27,8	— 5,7	Gould, Yarnall et Vir
21..	8,7	13.10.56,99	+1,31	+11.10.39,0	— 6,3	Weisse, Santini.
21..	"	"	+1,30	"	— 6,4	"
22..	9	14.29. 6,10	+1,47	+11. 2.27,4	— 3,7	W ₁ , XIV ^b , n° 493.
22..	"	"	+1,47	"	3,7	"
23..	9	14.18.34,08	+1,50	+10.35.20,7	— 4,0	W ₁ , XIV ^b , n° 295.
24..	9	14.51.16,90	+1,83	+28.16.32,8	— 4,4	B. B. t. II, zone 373.
25..	9	14.43. 2,16	+1,83	+27.58.23,9	— 4,9	Cordoba, n° 9687, XI'
26..	9	12.50.50,61	+1,37	+ 3.47. 1,9	— 4,4	W ₁ , XII ^b , n° 663.
27..	8	14. 2. 0,80	+1,36	+12.23.22,5	— 5,6	W ₁ , XIII ^b , n° 1060.
28..	8	14. 2.23,68	+1,37	+12. 1.57,2	— 6,3	Lamont, — 11°, n° 118
28..	"	"	+1,38	"	— 7,0	"

— — —

OBSERVATIONS DES PLANÈTES (201), (212), (267), (268), (277)
ET DE LA COMÈTE BROOKS (1888 août 7),FAITES A L'OBSERVATOIRE DE NICE (équatorial de Gautier, de 0^m,38 d'ouverture);

PAR M. CHARLOIS.

Obs.	T. m. de Nice.	$\Delta R.$	$\Delta \varphi.$	N. de c.	R app.	log. f. p.	φ app.	log. f. p.	*
------	----------------	-------------	-------------------	----------	--------	------------	----------------	------------	---

(201).

Obs.	h m s	m s	"	h m s	"	"	"	"	"
F. 28.	9. 9.40	+0.15,76	+ 1.28,0	5	0.42.54,71	1,486 n	91. 7.10,3	0,795 n	1
L. 1.	8.33.41	-0.13,67	+ 3.57,6	5	0.40.39,15	1,523 n	91.30.24,0	0,796 n	2

(212).

FR 6.	11.30. 0	+0.44,71	+ 4. 7,7	4	21.40. 4,08	1,103 n	103.21.46,3	0,870 n	3
7.	12.39.49	-0. 4,76	+ 6.57,3	5	21.39.14,62	2,207	103.24.35,9	0,874 n	3

(267).

FR 15.	13.51.48	-2.27,00	- 2.35,7	5	1.20.35,92	1,296 n	89.49.21,2	0,787 n	4
16.	13.35.30	-2.27,56	- 0.35,4	5	1.20.35,38	1,338 n	89.51.21,3	0,788 n	4
17.	13.43.10	-2.29,55	+ 1.32,6	6	1.20.33,42	1,299 n	89.53.29,2	0,789 n	4
R. 11.	11.44.30	-0.47,94	- 5.43,8	5	1.12. 7,72	1,339 n	91.20.41,9	0,797 n	5
12.	11.38. 5	-1.25,08	- 1. 9,8	4	1.11.30,60	1,345 n	91.25.15,8	0,798 n	5
L. 1.	9.28. 8	-1.39,11	- 3.54,6	2	0.57. 9,43	1,453 n	92.53.36,3	0,805 n	6

(268).

FR 28.	11.28. 3	-1.19,96	+ 2. 0,0	3	22.22.27,17	2,665 n	102. 7.28,6	0,867 n	7
29.	10.12.11	-2. 1,57	+ 6.22,1	5	22.21.45,57	1,250 n	102.11.50,8	0,861 n	7
30.	9.50.52	-1.55,34	+ 0.54,6	2	22.21. 2,32	1,236 n	102.16.19,1	0,862 n	8
R. 1.	10.17.34	-0. 1,63	- 2.59,5	6	22.19.34,28	1,157 n	102.25.19,6	0,864 n	9
8.	11. 0.23	+0.18,05	+ 8.26,6	5	22.14.37,56	3,052 n	102.55. 9,8	0,872 n	10
25.	9. 1. 3	+2. 5,61	+ 0. 8,9	5	22. 4.52,93	2,921 n	103.50.45,4	0,874 n	11
27.	9. 5.33	+1.13,04	+ 4.50,9	5	22. 4. 0,34	2,765 n	103.55.27,5	0,876 n	11
28.	7.32.32	+0.50,00	+ 6.55,9	5	22. 3.37,29	1,344 n	103.57.32,6	0,865 n	11

(277).

R 28.	10. 5.13	+2.16,32	+ 2.34,5	7	13.29.31,52	1,500	99.37.53,7	0,833 n	12
30.	9.56.42	+2.57,81	+ 5.58,6	6	13.30. 3,00	1,497	99.41.17,6	0,834 n	12

Dates. T. m. de Nice. $\Delta R.$ $\Delta P.$ N. dec. R. app. log. f. p.

◀ Brooks.

1888.	h	m	s	m	s	.	..	h	m	s	
Aout 9.	9.21.39	—3.54,29	—	4.1,7	5	10.21.53,64	1,704	45			
10.	9.26.44	+3.43,13	—	5.3,8	5	10.29.31,06	1,680	45			
23.	8.56.36	+3.8,59	+	3.6,7	3	12.10.17,29	1,750	48			
24.	8.17.4	—0.47,08	—	4.38,7	5	12.17.34,57	1,759	48			

Positions des étoiles de comparaison.

*	Gr.	R. moy. 1888,0.	Réd. au j.	P. moy. 1888,0.	Réd. au j.	
1.	7,5	0.42.36,39	+2,56	91.5.58,2	—15,9	Cat. Paris
2.	9	0.40.50,25	+2,57	91.26.42,3	—15,9	Lamont ₁ 1
3.	6,5	21.39.17,06	+2,31	103.17.53,0	—14,4	$\frac{1}{2}$ (Lam ₃ 37)
3.	6,5	"	+2,32	"	—14,4	
4.	9	1.23.1,21	+1,71	89.52.8,3	—11,4	Rumker ₂ 1
4.	9	"	+1,73	"	—11,6	Id.
4.	9	"	+1,76	"	—11,7	Id.
5.	8	1.12.53,36	+2,30	91.26.40,3	—14,6	Lamont ₁ 1
5.	8	"	+2,32	"	—14,7	Id.
6.	9	0.58.45,98	+2,56	92.57.46,5	—15,6	Schjelleru
7.	9	22.23.44,70	+2,43	102.5.44,5	—15,9	} Rapp. à $\frac{1}{2}$ Paris.
7.	9	"	+2,44	"	—15,8	
8.	9,5	22.22.55,22	+2,44	102.15.40,3	—15,8	$\frac{1}{2}$ (Lam ₃ 36)
9.	9	22.19.33,46	+2,45	102.28.34,9	—15,8	$\frac{1}{2}$ (Lam ₃ 36)
10.	8,5	22.14.17,04	+2,47	102.46.58,8	—15,6	$\frac{1}{2}$ (Lam ₃ 36)
11.	8	22.2.44,92	+2,40	103.50.51,1	—14,6	Lamont ₅ 3
11.	8	"	+2,38	"	—14,5	Id.
11.	8	"	+2,37	"	—14,4	Id.
12.	6	13.27.4,15	+1,05	99.35.15,1	+4,1	$\frac{1}{3}$ (Lam ₃ 1)
12.	6	"	+1,04	"	+3,9	
13.	7	10.25.48,72	—0,79	45.14.33,2	—1,4	$\frac{1}{2}$ (W ₂ 470)
13.	7	"	—0,79	"	—1,2	
14.	8,5	12.7.9,29	—0,59	48.4.21,5	—5,1	W ₂ 112, h
15.	8	12.18.22,20	—0,55	48.39.35,1	—5,7	W ₂ 346, h

ÉLÉMENTS ET ÉPHÉMÉRIDE DE LA COMÈTE BARNARD;

PAR M. E. VIENNET.

Cette comète a été découverte à un jour d'intervalle par M. Barnard à l'observatoire Lick [mont Hamilton (Californie)], le 2 septembre à 16^h, et par M. Brooks à Geneva (États-Unis), le 3 septembre dernier.

Les observations qui nous ont servi à calculer les éléments ci-après ont été faites le 5 et le 18 septembre, et le 1^{er} octobre, la première à Besançon, les deux autres à Hambourg.

T = 1889 janvier 31,65857.

π	337. 7.58,0	} Équin. moyen 1888,0.
Q.....	357. 8.58,6	
i.....	166.22.46,7	
log q.....	0,260946	

Représentation du lieu milieu : $\cos \beta \, d\lambda = + 11", 2$, $d\beta = + 1", 1$.

T. m. de Paris. 1888.	R. h m s	(D).	log Δ .	log r.	$\frac{1}{\Delta^2, s}$
NOV. 21	3.24.41	-3.42,3	0,0390	0,3081	0,20
22	3.17.44	-4. 0,6			
23	3.10.49	-4.18,3			
24	3. 3.55	-4.35,4			
25	2.57. 5	-4.51,7	0,0421	0,3035	0,20
26	2.50.17	-5. 7,3			
27	2.43.36	-5.22,1			
28	2.36.58	-5.36,1			
29	2.30.29	-5.49,3	0,0526	0,2990	0,20
30	2.24. 6	-6. 1,7			
DÉC. 1	2.17.52	-6.13,2			
2	2.11.46	-6.23,8			
3	2. 5.48	-6.33,6	0,0690	0,2948	0,19
4	1.59.58	-6.42,6			
5	1.54.21	-6.50,7			
6	1.48.53	-6.58,1			
7	1.43.35	-7. 4,8	0,0901	0,2907	0,17
8	1.38.27	-7.10,7			
9	1.33.29	-7.16,0			
10	1.28.41	-7.20,6			
11	1.24. 4	-7.24,5	0,1140	0,2868	0,16

12 h. T. m. de Paris.	R.	(D).	log Δ.	log r.	$\frac{r}{\Delta}$
1888.	h m s				
Déc. 12	1. 19. 36	-7.27,9			
13	1. 15. 18	-7.30,6			
14	1. 11. 9	-7.32,9			
15	1. 7. 11	-7.34,6	0,1396	0,2831	0, ~~2~~ 4
16	1. 3. 22	-7.35,5			
17	0.59. 41	-7.36,3			
18	0.56. 9	-7.37,0			
19	0.52. 46	-7.37,3	0,1657	0,2797	0,1 3
20	0.49. 31	-7.37,0			
21	0.46. 24	-7.36,5			
22	0.43. 25	-7.35,5			
23	0.40. 32	-7.34,4	0,1916	0,2765	0,1 2
24	0.37. 47	-7.33,2			
25	0.35. 8	-7.31,6			
26	0.32. 36	-7.29,3			
27	0.30. 11	-7.27,1	0,2168	0,2736	0,1 0

REVUE DES PUBLICATIONS ASTRONOMIQUES.

A. RICCO. — OSSERVAZIONI E STUDI DEI CREPUSCOLI ROSSI 1883-1886. (Estratto dagli *Annali della Meteorologia italiana*, Parte I, 1885.) Roma, 1887, in-4°. 214 p. et 8 planches.

Ce Volume contient les observations que M. A. Ricco a pu faire, à Palerme, sur les crépuscules rouges et les phénomènes atmosphériques qui s'y rattachent, depuis le mois de décembre 1883 jusqu'à la fin de 1886. L'auteur se livre à une discussion approfondie des nombreux matériaux recueillis à ce sujet par des observateurs de toute nationalité, et rappelle aussi les phénomènes qui ont accompagné l'éruption de l'île Ferdinandea, en 1831. M. Ricco s'efforce de restreindre la part d'influence de l'éruption du Krakatoa dans ces phénomènes: il croit que les crépuscules roses, l'anneau de Bishop, le soleil bleu, etc., étaient dus plutôt à des précipitations de vapeurs atmosphériques (ou peut-être lancées par le volcan) qu'à la présence des cendres flottantes, ou que ces cendres, en tout cas, n'ont contribué au phénomène qu'en fournissant des noyaux de condensations aqueuses. Il est difficile de démêler le fond de sa pensée sur

cette question de théorie; mais les documents qu'il a réunis n'en sont pas moins précieux. N'oublions pas de citer les belles planches coloriées qui accompagnent ce Mémoire.

R.

Catalogue de 10792 étoiles observées à l'observatoire royal de Bruxelles, de 1857 à 1878, et réduites à l'époque 1865,0 (*Annales de l'observatoire royal de Bruxelles*, nouvelle série, t. VI).

Le Catalogue que publie M. Folie a été entrepris, en 1857, par Ernest Quetelet, fils du fondateur de l'observatoire. La lunette de Gambey et le cercle mural de Troughton ont servi à obtenir les deux coordonnées. Commencé par Ernest Quetelet, le travail de réduction a été complété sous la direction de M. L. Niesten, chef du Service astronomique.

Ernest Quetelet s'était proposé de déterminer les positions des étoiles pour lesquelles on a reconnu ou soupçonné un mouvement propre notable. Au cours du travail, on a ajouté quelques autres étoiles.

Le Catalogue est fondé sur les positions des fondamentales données par le *Nautical Almanac*.

M. Niesten a identifié les étoiles observées avec celles d'autres Catalogues, au nombre de 13.

Pour le moment, nous signalons aux astronomes l'importante publication de l'observatoire de Bruxelles.

Chandler (S.-C.). — Catalogue d'étoiles variables (extrait de l'Astronomical Journal, nos 179-180).

On se tromperait en prenant le Catalogue de M. Chandler pour une compilation. L'auteur n'a publié que des résultats contrôlés par lui ou par des observateurs habiles qui lui ont prêté leur collaboration, MM. Sawyer et H.-M. Parkhurst. C'est un travail très utile dont le besoin se faisait sentir, treize ans s'étant écoulés depuis l'apparition du second Catalogue d'étoiles variables de Schönfeld.

La disposition est la suivante. Sur la page de gauche, se trouvent le numéro d'ordre (M. Chandler propose de prendre comme numéros d'ordre le dixième des ascensions droites pour 1900,0 évaluées en secondes), celui de Schönfeld, la position rapportée à 1855,0 avec les variations annuelles, l'auteur de la découverte, une estimation de la couleur rouge (suivant une échelle arbitraire d'après des observations de l'auteur en 1883-1884) et les limites de grandeur; sur la page de droite, on

trouve les époques du maximum et du minimum en temps moyen de Greenwich, la période, une colonne de remarques en petits caractères, enfin la position pour 1900, avec le numéro d'ordre reproduit.

M. Chandler a exclu systématiquement les étoiles qui n'étaient pas des variables reconnues telles.

Un Tableau placé au commencement résume les singulières variations, tant périodiques que séculaires, de 23 étoiles, d'après les données du Catalogue.

Il y a là un champ nouveau à cultiver, et les efforts des travailleurs ne seront pas stériles.

Nobile (A.). — Ricerche numeriche sulla latitudine del R. Osservatorio di Capodimonte. Napoli, 1888. 68 p. in-4.

Voici les conclusions déduites par l'auteur de ses observations :

En 1885 comme en 1884, la latitude paraît, au mois de mai, un peu moindre qu'aux autres époques de l'année. Les résultats sont affectés par la position des yeux et toute erreur n'est pas évitée par l'emploi d'un prisme placé entre l'œil et l'oculaire; avec le prisme, en effet, on a constaté, en 1884 et 1885, des déviations systématiques.

Rapport annuel de l'observatoire de Yale College.

L'importance des travaux astronomiques de Yale College sera manifeste par l'extrait ci-dessous du Rapport du Dr Elkin, chargé de l'héliomètre de 6 pouces de Repsold.

Depuis le dernier Rapport, la série commencée des observations des parallaxes des dix étoiles de 1^{re} grandeur dans l'hémisphère boréal a été terminée. Voici le tableau résumé :

Étoiles.	Parallaxe.	Erreur probable	N. étoiles comp.	N. observ.	Mouvement propre.
α Taureau.....	+ 0,116	$\pm 0,029$	6	64	0,202
α Cocher.....	+ 0,107	0,047	2	16	0,442
α Orion.....	— 0,009	0,049	2	16	0,022
α Petit Chien.....	+ 0,266	0,047	2	16	1,257
β Gémeaux.....	+ 0,068	0,047	2	16	0,628
α Lion.....	+ 0,093	0,048	4	15	0,255
α Bouvier.....	+ 0,018	0,022	10	89	2,287
α Lyre.....	+ 0,034	0,045	2	30	0,344
α Aigle.....	+ 0,199	0,047	4	16	0,647
α Cygne.....	— 0,042	0,047	4	16	0,010

La grandeur des erreurs probables tient à ce qu'elles résultent d'une

évaluation des erreurs systématiques probables et pas seulement des erreurs accidentelles comme d'ordinaire.

Les résultats trouvés pour α Petit Chien et α Aigle sont d'accord avec ceux d'Auwers et de Wagner ($+0''\text{,}240 \pm 0''\text{,}029$ et $+0''\text{,}299 \pm 0''\text{,}038$) et celui de W. Struve ($+0''\text{,}181 \pm 0''\text{,}094$).

Pour α Taureau, les nombres du D^r Elkin et de M. A. Hall ($0''\text{,}102 \pm 0''\text{,}030$) s'accordent; la valeur trouvée par M. O. Struve ($0''\text{,}516 \pm 0''\text{,}057$) est sans doute trop forte; c'est ce qui arrive aussi à l'égard de α Cocher.

La parallaxe insensible d'Arcturus est à noter eu égard au mouvement propre très sensible inférieur seulement à celui de α Centaure, quand on considère l'ensemble des 200 étoiles les plus brillantes au-dessous de la 4^e grandeur.

Quant à α Lyre, toutes les mesures antérieures tendraient à lui assigner une parallaxe de $+0''\text{,}17$, ce qui est incompatible avec les mesures héliométriques; mais M. Elkin espère avoir l'explication de cette discordance.

Le but de ce travail a été, comme on a eu l'occasion de le dire déjà, d'arriver à une valeur moyenne de la parallaxe des étoiles de 1^{re} grandeur. Quand le D^r Gill aura terminé la partie correspondante du travail, on pourra conclure. Dès à présent, on peut noter l'accord du nombre du D^r Elkin ($0''\text{,}089$) avec les valeurs assignées par Gyllden et Peters ($0''\text{,}084$ et $0''\text{,}102$).

L'héliomètre est maintenant employé à une triangulation d'étoiles dans le voisinage du pôle Nord. Au commencement de l'année, M. Pickering avait demandé qu'on déterminât avec l'héliomètre les positions relatives de quelques étoiles devant servir de fondamentales pour un Catalogue d'étoiles polaires obtenu par la Photographie. Par suite de cette proposition, M. Elkin observe 24 étoiles distantes au plus de 100' du pôle.

Les mois d'octobre, novembre et décembre sont réservés à l'observation, combinée avec le D^r Gill, de la petite planète Iris favorablement située pour la détermination de la parallaxe solaire.

M. A. Hall jun. a été surtout occupé par la réduction de ses mesures de Titan, entreprises l'autre année, et par la recherche des erreurs de division de l'échelle de l'héliomètre.

Il y a encore à citer une série importante de mesures du diamètre du Soleil, faites sur la demande de M. Auwers, pour voir l'influence de l'ouverture sur le diamètre et la valeur de l'échelle, des mesures du diamètre de Mars, de quelques étoiles doubles, etc.

Burder (G.-F.). — The illumination of the eclipsed Moon. Extrait

des *Bristol Naturalists Society's Proceedings*, 1887-1888.
16 pages in-8.

L'auteur se contente d'attribuer les variations d'éclat observées durant les éclipses de Lune (*Bulletin*, V. p. 273) aux variations de la Couronne solaire et de la distance de la Terre à la Lune, sans donner de chiffres.

O. C.

THE OBSERVATORY.

Août-Septembre 1888.

Denning (W.-F.). — Notes sur les météores.

Elger (T.-G.). — Notes sélénographiques.

Lynn (W.-T.). — Galilée et sa condamnation.

Folie (F.). — Notice biographique sur M. Houzeau.

Elle a été reproduite par le *Bulletin*.

Holden (E.-S.). — Sur les observations des volcans de la Lune par Sir William Herschel.

M. Holden a vu, le 15 juillet, à l'extrémité Sud des Alpes lunaires une crête extraordinairement brillante, laissant croire au premier abord à une éruption. En 1843, le Dr Gerling a fait une observation analogue (*A. N.*, n° 526). Selon toute probabilité, Herschel aurait été témoin d'apparences analogues. Cependant MM. Elger et Stanley Williams n'admettent pas cette explication (*Observatory*, n° d'octobre).

Maunder (E.-W.). — Les canaux de Mars.

L'existence des canaux de Mars n'est pas à l'abri de toute objection. M. Maunder observe que, s'ils faisaient réellement partie du corps de la planète, ils ne devraient pas présenter presque partout l'aspect de rainures rectilignes; près des bords de la planète, on devrait les voir courbés. Le moyen d'élucider la chose, c'est de ne pas se limiter à quelques belles nuits, mais de continuer les observations le plus longtemps possible.

Correspondance.

Allen (E). — Arcs-en-ciel qui se coupent.

Nouvel exemple de ce phénomène (*Bulletin*, V, p. 322 et 408).

Lynn (W.-T.). — La découverte de Titan.

Détails intéressants à propos de la Correspondance entre Huygens et Wallis, contenue dans les Œuvres complètes de Christian Huygens en cours de publication.

Lynn (W.-T.). — L'éclipse de Soleil du 24 octobre 1688.

Johnson (S.-J.). — Anciennes éclipses de Lune mentionnées dans les Annales de l'Égypte et de la Chine.

M. Lynn fait des réserves à ce sujet (*Observatory*, numéro d'octobre).

Monck (W.-H.-S.). — Sur l'éclat et la densité des étoiles doubles.

Backhouse (T.-W.). — Parallaxes absolues et relatives.

Backhouse (T.-W.). — Comètes visibles à l'œil nu.

Depuis 1881, M. Backhouse a vu à l'œil nu 8 comètes; il donne un Tableau de ces observations intéressantes. Cette année, la comète Sawerthal a été visible pour lui du 7 avril au 14 mai.

Observatoires.

M. Piazzi Smyth a donné sa démission de directeur de l'observatoire d'Édimbourg. Il est question de rattacher l'établissement à l'Université.

M. Espin, dans la Circulaire n° 21 de l'observatoire Wolsingham, a signalé une raie brillante, la raie F, dans le spectre de R Cygne. Le Dr Copeland a confirmé cette observation le 22 août.

Il est à noter que cette étoile a été observée trois fois par M. Dunér comme appartenant au type III. Il y aurait donc eu un changement considérable dans l'intervalle.

L'*Observatory* analyse le Rapport annuel de l'amiral Mouchez.

Publications et Notes.

Société Royale météorologique; Rapport du Comité des Orages relatif à des photographies d'éclairs.

Annonce du tome IX des Observations de O'Gyalla. Il contient en particulier l'étude spectro-photométrique de 34 étoiles et des planètes Mars, Jupiter et Saturne; l'intensité de la lumière a été mesurée dans sept régions du spectre au moyen d'un photomètre à prisme. Les nombres

suivants donnent une idée de l'énergie de la radiation totale pour différentes étoiles appartenant aux trois classes de Vogel :

Classe I.	Classe II.	Classe III.
α Grand Chien... 4,68	α Cocher..... 1,43	α Scorpion..... 1,06
α Lyre..... 1,96	α Bouvier..... 1,36	α Orion..... 0,72
α Aigle..... 1,91	α Cygne..... 1,24	α Taureau..... 0,65
α Lion..... 1,12	γ Lion..... 0,64	
α Gémeaux..... 0,59	α Grande Ourse. 0,62	
γ Cassiopée..... 0,31	β Gémeaux..... 0,61	

Transactions of the seismological Society of Japan.

Le tome XII de cette Collection est surtout relatif à des recherches expérimentales. Un Mémoire de M. John Milne indique *certaines problèmes séismiques réclamant une solution* : les bruits des tremblements de terre encore inexpliqués; les anomalies de la vitesse de propagation, qui, par exemple, est d'autant plus grande que l'impulsion initiale est plus grande, et qui diminue avec la distance, etc. Comme travaux théoriques sur le sujet, on ne possède jusqu'ici, outre ceux d'Hopkins, que deux Mémoires de M. G.-H. Darwin et de Lord Rayleigh.

Nouvelle édition de la *Descriptive Astronomy* de M. Chambers.

L'auteur s'adresse aux astronomes et leur demande de lui communiquer les remarques qu'ils pourraient avoir faites sur son livre.

Parallaxe de la Polaire.

Le Professeur Pritchard vient de terminer la détermination photographique de la parallaxe de la Polaire, rapportée à quatre étoiles de comparaison; il trouve en moyenne $0'',070 \pm 0'',015$.

Le Gouvernement anglais a fourni les fonds nécessaires à l'établissement de deux lunettes photographiques dans les observatoires Greenwich et du Cap. Le Professeur Stokes, l'Astronome royal et Howard Grubb sont chargés d'étudier la forme à donner aux objets photographiques.

(1. C.)

ASTRONOMISCHE NACHRICHTEN, n° 2833-2860.

Gylden (H.). — Sur la convergence d'une série qui joue un rôle dans la théorie des perturbations.

L'intégration de l'équation différentielle du second ordre d

$$\frac{1}{n^2} \frac{d^2 \xi}{dt^2} = \frac{3m'}{2} a \sum \sum ik_{ij} \sin i \xi' \quad \text{---} \quad i \xi' = \Lambda(i \tau)$$

fournit des termes à dénominateur très petit, dont M. Gylden s'est déjà occupé dans un Mémoire antérieur. Ces termes naissent des valeurs de i, i' , pour lesquelles les multiples $in, i'n'$ des moyens mouvements n, n' sont approximativement égaux. Les fonctions ζ, ζ' sont de la forme

$$nt + Z, \quad n't + Z',$$

et les quantités A renferment aussi un terme $-\sigma nt$; mais on néglige généralement Z, Z' et σ dans la première approximation. M. Gylden trouve qu'il est indispensable de conserver au moins Z , même en première approximation, si l'on veut obtenir une série convergente. Il faut donc intégrer l'équation

$$\frac{d^2 Z}{dv^2} = - \sum A_i \sin(G_i + iZ),$$

où $v = nt$; les arguments G sont de la forme $av + b$. M. Gylden pose

$$Z = Z_0 + Z_1 + \dots$$

et remplace l'équation donnée par une suite d'équations plus simples, de la forme

$$\frac{d^2 Z_i}{dv^2} = - A_i \sin(G_i + iZ_i).$$

qui s'intègrent au moyen des fonctions elliptiques. On trouve ainsi pour Z une série convergente. M. Gylden préfère cependant une autre méthode d'intégration, qu'il expose sommairement, et qui conduit à un résultat plus avantageux au point de vue des approximations subséquentes. Il montre que la convergence des séries auxquelles on arrive ainsi ne laisse rien à désirer.

Comstock. — Occultations notées pendant l'éclipse de Lune du 22 juillet.

Stechert. — Éléments elliptiques de la comète 1887 II.

C'est la comète découverte par Brooks le 22 janvier 1887. Elle a pu être suivie jusqu'au 23 avril. L'orbite elliptique que M. Stechert a déduite de l'ensemble des observations connues donne un temps de révolution de 1090 ans. Il se propose d'entreprendre la détermination définitive de cette orbite quand toutes les observations de la comète auront été publiées.

Deichmüller. — Sur la nouvelle étoile de M. Espin.

L'étoile est redevenue visible; elle a pu être observée le 2 avril et le 8 août.

Kreutz, Stutz, Boss, Krueger, Möller. — Eléments et éphémérides de la comète Brooks (1888, août 7).

Voici les éléments de M. Kreutz :

T = 1888 juill. 31, 25^h15 t. m. de Berlin.

ω	59.19. 2, 5	
Ω	101.32.50, 1	Équinoxe moyen 1888, 0.
i	74.12.13, 7	
$\log q$	9,955456	

Vogel (H.-C.). — Importance de la Photographie pour l'étude des nébuleuses.

La sensibilité extraordinaire du gélatinobromure a rendu possible l'introduction définitive de la Photographie dans les observations astronomiques; le long retard qu'on a mis à accepter ses services a du moins laissé le temps de perfectionner les procédés avant de les mettre en pratique. (Il n'en est pas moins regrettable, ajouterons-nous, qu'on ait attendu si longtemps pour perfectionner les procédés en vue des applications astronomiques.) La plus sérieuse des objections qu'on entend encore formuler par les retardataires, c'est la nécessité d'acquérir tout un attirail fort coûteux. M. Vogel pense que cette difficulté n'est point aussi grosse qu'on se l'imagine d'ordinaire. Les travaux que M. de Gothard a exécutés à l'aide d'un télescope (réflecteur) de 10 pouces d'ouverture prouvent qu'il est possible d'arriver, avec des moyens restreints, à des résultats qui dépassent de beaucoup ce qu'on peut attendre des anciennes méthodes.

On se souvient qu'il y a quelques années une épreuve photographique de la nébuleuse annulaire de la Lyre, obtenue par M. de Gothard, a fait reconnaître l'existence d'une petite étoile, ordinairement invisible, au centre de l'anneau. On ne peut expliquer la présence de cette étoile sur l'épreuve, ni par la variabilité de son éclat, ni par la nature de sa lumière, qui n'est pas violette; il est clair que c'est simplement la longueur du temps de pose qui fait apparaître sur la plaque sensible des images trop faibles pour affecter la rétine. Les réflecteurs offrent d'ailleurs cet avan-

tage, qu'ils réunissent tous les rayons au même foyer, et qu'ils permettent ainsi de s'affranchir des difficultés qui naissent des défauts d'achromatisme des lunettes. M. de Gothard est arrivé maintenant à régler son mouvement d'horlogerie assez exactement pour que les étoiles présentent des disques parfaitement ronds. Ses photographies, bien que de dimensions très petites, montrent une grande richesse de détails. M. Vogel a pu sans difficulté agrandir les épreuves des amas d'étoiles; mais pour les nébuleuses, il a fallu recourir au dessin, afin d'en reproduire minutieusement la structure. C'est ainsi qu'ont été obtenus les croquis des nébuleuses dont M. Vogel donne plusieurs spécimens (les dessins ont été exécutés par M. Widt). Parmi les objets représentés, nous citerons en particulier la nébuleuse annulaire des Chiens de chasse (*Cat. gén.*, 372 et 3374, h. 1622-23), dont on avait déjà des dessins, dus à lord Rosse, à M. Lassell et à M. Vogel; c'est le dessin de M. Vogel qui s'accorde le mieux avec l'épreuve de M. de Gothard. Les mesures de distances s'effectuent, sur ces épreuves, avec une remarquable précision.

lie. — Sur la détermination de la vitesse systématique et de la parallaxe des étoiles au moyen de l'introduction, dans les expressions de la variation des coordonnées moyennes d'une époque à une autre, de l'aberration et de la parallaxe systématiques.

En réponse à M. Battermann, M. Folie expose à nouveau sa théorie de l'aberration, et il conclut de la manière qui suit :

1° Il est possible et avantageux d'exprimer l'aberration annuelle, de même que l'aberration systématique, par le rapport constant de la vitesse annuelle ou systématique de la Terre à la vitesse absolue de la lumière.

2° Si l'on fait intervenir, comme la rigueur l'exige, dans l'expression de la variation des coordonnées moyennes d'une étoile après un nombre considérable d'années, l'aberration et la parallaxe systématiques, on pourra déduire, de ces variations, la parallaxe de l'étoile et la vitesse du système solaire.

lie. — Note concernant l'aberration systématique.

Dans deux Notes précédentes, M. Folie avait affirmé qu'il était possible de déduire la vitesse systématique de la composante des positions moyennes d'un grand nombre d'étoiles, déterminées à deux instruments séparés par un intervalle de temps considérable, en tenant compte des effets de l'aberration systématique à ces deux instruments. Il vient de reconnaître que c'est une erreur. « L'influence de l'aberration systéma-

tique sur la position moyenne d'une étoile est absolument constante, comme M. Thewis l'a déjà fait remarquer (*Bulletin astronomique*, mars 1887). L'erreur provient de ce que je n'avais pas développé les termes symboliques par lesquels j'avais exprimé l'aberration systématique.... En les développant, j'ai trouvé que tous les termes qui renferment la seule aberration systématique disparaissent identiquement.

Tebbutt. — Observations de la comète d'Encke.

A Windsor (Australie), M. John Tebbutt a réussi à voir la comète dès le 8 juillet, vingt-six jours avant les astronomes du Cap. C'est grâce à l'éphéméride de MM. Backlund et Séraphimoff qu'elle a pu être retrouvée si tôt.

Scheffler (J.). — Nouvelle rainure lunaire.

Avec un équatorial de 6 pouces, M. J. Scheffler a découvert une rainure rectiligne, voisine de Godin, qui n'est représentée sur aucune des Cartes connues. (Elle avait été cependant notée par M. Trouvelot.)

Laschober. — Observations effectuées à l'observatoire de la Marine de Pola.

Positions de comètes et de planètes; culminations lunaires; occultations d'étoiles, etc.

Millosevich. — Observations faites aux deux équatoriaux du Collège romain.

Espin. — Changement noté dans le spectre de R Cygne.

Le 13 août dernier, M. Espin a vu apparaître dans le spectre de cette étoile une raie très brillante, qui coïncide avec F. Elle a encore été observée le 22 et le 26 août. D'après M. Dunér, c'est un spectre faible du type III.

Kiaer (H.-J.). — Sur les équations qui servent à déterminer les formes des queues cométaires.

Après Bessel, c'est surtout M. Bredichin qui a développé la théorie des queues (voir, à ce sujet, *Bulletin*, I, p. 189). On s'était cependant contenté, jusqu'à présent, de considérer ce qui se passe dans le plan de l'orbite. M. Kiaer s'est proposé d'établir les équations générales qui dé-

terminent le mouvement d'une particule dans l'espace, sous l'action d'une force répulsive ou d'une force newtonienne affaiblie, en fonction du temps d'émission et de la vitesse initiale. Ainsi que l'ont fait Bessel et Bredichin, il néglige l'action de la comète et la résistance du milieu. Après avoir obtenu les équations des sections coniques qui représentent la trajectoire de la particule dans les hypothèses qu'on peut faire sur la force répulsive, il en déduit les expressions approchées de ses coordonnées ξ , η , ζ , relatives au centre de la comète. Ces coordonnées dépendent du temps τ écoulé depuis l'émission, ainsi que de la grandeur et de la direction de la vitesse initiale g . La grandeur de la vitesse de projection varie elle-même avec sa direction; cependant on peut admettre, avec Bond, qu'elle est la même pour les points où le Soleil est également élevé au-dessus de l'horizon, de sorte qu'elle dépend seulement de l'angle λ qu'elle fait avec le rayon vecteur de la comète. Pour obtenir la figure de l'enveloppe, il faut connaître la loi suivant laquelle g varie avec λ . Ce serait un paraboloïde, si la vitesse était constante. Bessel et Winnecke admettent qu'on a $g \sin \lambda = \text{const.}$ Mais la relation qui lie g à λ doit être plus complexe. M. Kiaer a essayé de la déterminer dans deux hypothèses : 1° en supposant que le contour de la tête est une surface engendrée par la révolution d'une chaînette, comme l'a trouvé Bond pour la comète de Donati; 2° en admettant qu'il puisse être représenté par une branche d'une parabole de degré supérieur. La forme du résultat est assez compliquée. Il n'est pas prouvé, du reste, que l'attraction de la comète sur les particules de la queue puisse toujours être négligée. M. Kiaer fait voir que la sphère d'action de la comète a une étendue beaucoup plus grande que celle que lui attribue Bessel par suite d'un calcul légèrement incorrect (pour la comète de Halley, il aurait dû trouver $11'13''$ au lieu de $23''$).

Dans une Note postérieure, M. Kiaer rectifie certains détails de ses calculs.

Tebbutt. — Occultation d'une étoile par Jupiter, observée à Windsor le 10 juin 1888.

Barnard. — Découverte d'une nouvelle comète.

Elle a été aperçue le 2 septembre dernier. Elle est circulaire, sans queue apparente.

rueger, Berberich. — Éléments et éphémérides de la comète Barnard.

Charlois. — La planète Adorea.

M. Charlois a rencontré, le 28 août, une petite planète, qui pourrait être Érigone, ou bien Adorea. M. Krueger pense que c'est cette dernière (dont l'éphéméride, calculée à Berlin, est légèrement fautive).

Schur (W.). — Travaux exécutés avec l'altazimut de l'observatoire de Strasbourg.

L'altazimut de Strasbourg a été construit par la maison Repsold, en 1880; mais ce n'est qu'en 1884 qu'il a commencé à fonctionner. C'est un grand théodolite dont l'axe horizontal, qui porte la lunette et le cercle vertical, repose sur un tambour de fer, de 0^m,8 de diamètre, mobile sur un support fixe de forme également cylindrique. Le tambour mobile porte aussi quatre microscopes horizontaux, munis de prismes, pour la lecture du cercle azimutal, et des microscopes verticaux pour la lecture du cercle vertical. La lunette a une longueur focale de 1^m,3 et 0^m,13 d'ouverture; le réseau micrométrique est composé de 19 fils verticaux et de 11 fils horizontaux fixes, d'un fil vertical et de 5 fils horizontaux mobiles. Deux piliers, placés symétriquement à environ 140^m de l'instrument, un peu en dehors du méridien (dans l'azimut de 20°), portent chacun deux mires, écartées du double de l'excentricité de la lunette, et formées par de petits miroirs devant lesquels on amène des lentilles; l'image ainsi obtenue ressemble à une étoile artificielle. Les distances zénithales se déduisent d'observations du nadir qui s'effectuent à l'aide d'un bain de mercure, pour les divers azimuts que la lunette a parcourus, ce qui ne laisse pas d'être extrêmement long et laborieux. Quant aux effets de torsion que l'on pouvait craindre, en conséquence du frottement des cylindres, toutes les précautions ont été prises pour les éviter, et les observations n'en laissent reconnaître aucune trace.

Les passages observés à l'altazimut étaient enregistrés à l'aide d'un chronographe, en communication électrique avec celui du cercle méridien, de sorte qu'on était dispensé de déterminer directement la correction de la pendule. M. Schur expose en détail la manière dont on a déterminé les constantes instrumentales (distances des fils, valeur d'un tour de la vis, valeur d'une partie du niveau, etc.).

L'azimut des mires a été déterminé un grand nombre de fois à l'aide de passages de la Polaire; les écarts dépassent rarement 1". Pour la longitude de l'observatoire de Strasbourg, M. Schur donne les nombres suivants :

Altazimut.....	31 ^m 4 ^s , 58 E. de Gr.
Cercle méridien.....	31 ^m 4 ^s , 65

La longitude que persiste à donner le *Nautical Almanac* (31^m 2', 4) est erronée.

Les observations effectuées avec l'altazimut consistent surtout en azimuts et hauteurs lunaires, déduits de passages par les fils verticaux ou les fils horizontaux. En regard des azimuts et des apozénits observés, M. Schur inscrit les écarts (Obs.-Calc.) de ces nombres, comparés à une éphéméride calculée avec les données du *Nautical Almanac*; il ajoute enfin, toutes les fois que cela est possible, les écarts analogues, obtenus le même jour avec l'altazimut de Greenwich, et qui ont assez souvent le signe opposé. On pourra mieux se rendre compte de la portée de ces résultats, quand les observations de la Lune faites au cercle méridien de Strasbourg auront été complètement réduites. En attendant, la comparaison des corrections de l'éphéméride, fournies le même jour par les deux instruments de Greenwich, montre déjà que des écarts de plusieurs secondes d'arc ne sont pas très rares.

M. Schur donne encore les résultats de diverses déterminations de la latitude, par des hauteurs méridiennes de la Polaire et d'étoiles prises au sud du zénith, ou par la méthode de Horrebow; mais les résultats, assez discordants, ne sont pas encore définitifs.

Swift (L.). — Septième liste de nébuleuses découvertes à l'observatoire Warner.

Engelhardt. — Sur le mouvement propre soupçonné d'une étoile de l'amas C. G. 4440.

M. Vogel, en comparant une photographie de cet amas, obtenue en 1886 par M. de Gothard, avec la Carte de la même région dessinée par lui-même, avait constaté des différences qui semblaient prouver que l'étoile n° 48 a un mouvement propre sensible. Les mesures micrométriques de M. d'Engelhardt n'ont pas confirmé ce résultat, qui paraît s'expliquer par une erreur de réduction commise par M. Vogel.

Campbell (W.-W.). — Détermination définitive de l'orbite de la comète 1885 III.

Observations de comètes et de planètes, etc.

R. R.



VARIÉTÉS.

RECHERCHES SUR LES SPECTRES DES MÉTÉORITES;

PAR M. J. NORMAN LOCKYER, F. R. S. (1).

[Suite.]

Difficultés que présente la discussion.

En examinant les Cartes sur lesquelles on a réuni toutes les observations relatives aux lignes brillantes des spectres des corps célestes, on remarquera d'abord que les positions des mêmes lignes varient beaucoup plus qu'on ne l'aurait supposé. Mais cette divergence apparente dans les résultats ne nous surprendra pas, si nous envisageons la question dans toutes ses parties; quant à moi, j'estime que toutes les diverses observations ont été bien mieux faites qu'on ne l'espérait, eu égard aux nombreuses difficultés que l'on rencontre.

Si l'on se rappelle que, pour déterminer les positions des lignes brillantes, on a dû recourir aux spectres de comparaison et aux prismes et à un même au point de vue purement mécanique, l'embarras des rayons est souvent difficile et incertain; que, même, sans le secours de ces auxiliaires bon nombre d'observations, les raies les plus frappantes que montrent les spectres nous surprennent bien plus que les divergences, d'ailleurs insignifiantes, des positions d'une même ligne déterminées par différentes observations.

On remarquera aussi que, dans beaucoup de cas, la région bleue du spectre fournit le plus d'indications de détails. Rappelons ici que les Cartes ne nous donnent pas le spectre complet d'un corps céleste, mais seulement les lignes brillantes qu'on y observe. Les observations relatives ont donc consisté à relever les positions des lignes brillantes qui se détachent sur le fond continu des spectres des étoiles, des nébuleuses, ou des comètes; et comme ces régions bleue et verte ont généralement le plus d'éclat dans

(1) *Proceedings of the Royal Society of London*, vol. X, p. 100, 1875.
Voy. *Philosophical Magazine*, t. 40, p. 100, 1875.

le spectre continu, elles nous fourniront un très petit nombre d'indications, qu'il sera d'ailleurs difficile, à cause de cette intensité lumineuse, d'interpréter avec certitude.

La discussion par M. Hasselberg et d'autres des diverses observations de comètes faites à différentes époques par des astronomes très habiles et très consciencieux a mis en évidence, entre les longueurs d'onde déterminées pour les bandes du carbone, des discordances beaucoup trop grandes pour qu'il soit possible de les attribuer à des erreurs d'observation.

En ne considérant, dans le spectre du carbone, que les deux cannelures brillantes, dont l'une est le spectre du carbone à haute température et dont l'autre est le spectre à basse température, la première ayant une réfrangibilité un peu supérieure à celle de b_1 , la seconde une réfrangibilité un peu inférieure à celle de b_1 , on est sur-le-champ conduit à penser que les changements brusques qui s'observent dans les comètes sont probablement accompagnés d'un changement d'état de la vapeur de carbone. Les variations constatées, à des époques différentes, dans les mesures des lignes du spectre d'une même comète, pourraient donc être réelles. D'autre part, l'essaim se déplace dans son orbite avec une vitesse quelquefois comparable à celle de la lumière, de sorte qu'il se produit des variations dans les longueurs d'onde, comme l'indique la comète de 1882. Il peut arriver aussi que la vitesse des vapeurs en éruption et celle qui résulte de la répulsion électrique (répulsion qui serait, d'après M. Zöllner, la cause des queues cométaires) produisent des variations dans la réfrangibilité des lignes.

Bien que, en général, la cannelure brillante que l'on observe dans les comètes semble être celle qui correspond à une température élevée, il n'en est cependant pas toujours ainsi. Dans les expériences relatives à la lueur d'un fil de magnésium, on a toujours vu les cannelures du carbone et, au moment où le vide était presque parfait, les cannelures visibles étaient celles du spectre de basse température. Lorsqu'on examine, dans certaines conditions, la lueur du magnésium mêlée à de la vapeur de carbone, les raies b_1 et b_2 apparaissent comme des points brillants ou des lignes très courtes à l'intérieur des cannelures du carbone, telles, sans doute, que M. Huggins les observa dans la comète de Brorsen (*Roy. Soc. Proc.*, vol. XVI, p. 386).

OUVRAGES CONSULTÉS POUR LA CONSTRUCTION DES CARTES.

1° Pour la Planche qui indique les lignes brillantes des étoiles :

3° du Cygne, B. D. + 36°, n° 3956, $\mathbb{R}$ 20^h 10^m 6^s, $\mathbb{Q}$ + 36° 18',
 VOGEL, *Publicationen des Astrophysikalischen Observatoriums zu Potsdam*, vol. IV, n° 14, p. 19.

2° du Cygne, B. D. + 35°, n° 4013, $\mathbb{R}$ 20^h 7^m 26^s, $\mathbb{Q}$ + 35° 50', 8.
 VOGEL, *Publicationen des Astrophysikalischen Observatoriums zu Potsdam*, vol. IV, n° 14, p. 19.

WOLF et RAYET, *Comptes rendus*, vol. LXV, p. 292; 1867.
 Les longueurs d'onde sont obtenues à l'aide d'une courbe construite d'après des mesures données.

Argelander-Oeltzen 17681, $\mathbb{R}$ 18^h 1^m 21^s, $\mathbb{Q}$ — 21° 16', 2.
 VOGEL, *Publicationen des Astrophysikalischen Observatoriums zu Potsdam*, vol. IV, n° 14, p. 15.

PICKERING, *Astronomische Nachrichten*, n° 2376.
 PICKERING, *Observatory*, vol. IV, p. 82.

γ Argus, $\mathbb{R}$ 8^h 5^m 56^s, $\mathbb{Q}$ — 46° 59', 5.
 COPELAND, *Copernicus*, vol. III, p. 205.
 ELLERY, *Observatory*, vol. II, p. 418.

Stone 9168 (étoile dans le Scorpion), $\mathbb{R}$ 16^h 46^m 15^s, $\mathbb{Q}$ — 41° 37', 6.
 COPELAND, *Copernicus*, vol. III, p. 205.

1^{re} d'Argus, $\mathbb{R}$ 8^h 51^m 1^s, $\mathbb{Q}$ — 47° 8'.
 COPELAND, *Copernicus*, vol. III, p. 206.

2^e d'Argus, $\mathbb{R}$ 10^h 36^m 54^s, $\mathbb{Q}$ — 58° 8'.
 COPELAND, *Copernicus*, vol. III, p. 206.

Gould 15305 (Argo), $\mathbb{R}$ 11^h 5^m 19^s, $\mathbb{Q}$ — 60° 21'.
 COPELAND, *Copernicus*, vol. III, p. 206.

Étoile du Centaure, $\mathbb{R}$ 13^h 10^m 37^s, $\mathbb{Q}$ — 57° 31'.
 COPELAND, *Copernicus*, vol. III, p. 206.

Étoile du Cygne, B. D. + 37°, n° 3821, $\mathbb{R}$ 20^h 7^m 48^s, $\mathbb{Q}$ + 38° 0', 1.
 COPELAND, *Monthly Notices of the royal astronomical Society*, London, vol. XLV, p. 90.

Lalande 13412, $\mathbb{R}$ 6^h 49^m 15^s, $\mathbb{Q}$ — 23° 46', 8.
 VOGEL, *Publicationen des Astrophysikalischen Observatoriums zu Potsdam*, vol. IV, n° 14, p. 17.
 PICKERING, *Astronomische Nachrichten*, n° 2376.

1^{re} du Cygne, B. D. + 35°, n° 4001, α 20^h 5^m 48^s, δ + 38° 49', 7.

VOGEL, *Publicationen des Astrophysikalischen Observatoriums zu Potsdam*, vol. IV, n° 14, p. 17.

γ Cassiopée, α 0^h 50^m 4^s, δ + 60° 7', 2.

VOGEL, *Publicationen des Astrophysikalischen Observatoriums zu Potsdam*, vol. IV, n° 14, p. 15.

VOGEL, *Beobachtungen zu Bothkamp*, Heft 2, p. 29.

GOTHARD, *Astronomische Nachrichten*, n° 2381.

KONKOLY, cité par Gothard dans les *Astronomische Nachrichten*, n° 2381.

Observatory, vol. VI, p. 332.

β Lyre, α 18^h 45^m 55^s, δ + 33° 13', 9.

VOGEL, *Publicationen des Astrophysikalischen Observatoriums zu Potsdam*, vol. IV, n° 14, p. 15.

VOGEL, *Beobachtungen zu Bothkamp*, Heft 1, p. 33.

GOTHARD, *Astronomische Nachrichten*, n° 2381.

2° Pour la Planche qui indique les lignes brillantes dans les nébuleuses :

Nébuleuse d'Orion.

HUGGINS, *Roy. Soc. Proc.*, vol. XIV, p. 39.

Nébuleuse planétaire, α 21^h 22^m, δ + 47° 22'.

COPELAND, *Copernicus*, vol. I, p. 2.

Nébuleuse planétaire.

VOGEL, *Monatsberichte der Akademie der Wissenschaften zu Berlin*, avril 1878, p. 303.

N° 4372, 2075 h., 16 H. 4, α 20^h 16^m 7^s. 9, δ + 15° 39' 40", 7.

HUGGINS, *Philosophical Transactions*, vol. CLIV, p. 385.

Comète, 1886.

HUGGINS, *Roy. Soc. Proc.*, vol. XV, p. 5.

Nova Cygni.

LORD LINDSAY et D^r COPELAND, *Copernicus*, vol. II, p. 109.

3° Pour la Planche qui indique les coïncidences des cannelures du carbone, du manganèse et du zinc, et des lignes brillantes et des cannelures dans les étoiles, dans les comètes et dans la flamme des météorites :

Hydrocarbure

Carbone à basse température

Carbone à haute température

} Travail fait à Kensington.

Comète *b*, 1881.

COPELAND, *Copernicus*, vol. II, p. 225.

Flamme du manganèse.

LECOQ DE BOISBAUDRAN, *Spectres lumineux*.

Travail fait à Kensington.

Nova Orionis.

COPELAND, *Monthly Notices of the royal astronomical Society*,
vol. XLVI, p. 109.

α Orion.

VOGEL, *Beobachtungen zu Bothkamp*, Heft 1, p. 20.

R Gémeaux.

VOGEL, *Astronomische Nachrichten*, n° 2000.

Flamme de météorite.

Travail fait à Kensington.

Schjellerup 152.

VOGEL, *Publicationen des Astrophysikalischen Observatoriums
zu Potsdam*, vol. IV, n° 14, p. 30.

Des phénomènes d'absorption dans les spectres stellaires à lignes brillantes.

Outre la Planche qui montre les lignes brillantes visibles dans les spectres stellaires, j'en ai préparé une seconde indiquant les absorptions qui s'y produisent. Ces deux Planches présentent une concordance remarquable : on y observe la même marche dans les phénomènes d'absorption et dans les phénomènes lumineux. Les étoiles qui ne donnent que des lignes brillantes, non associées aux raies de l'hydrogène, ne présentent, dans leurs spectres, aucune ligne d'absorption remarquable, mais on y observe plutôt de véritables bandes. Dans ces étoiles, l'essaim de météorites possède probablement une température un peu supérieure à celle de la nébuleuse où la ligne 500 est seule visible. Lorsque les lignes de l'hydrogène viennent s'ajouter à ces lignes brillantes, comme dans γ Cassiopée, on constate l'absorption du sodium et de la raie *b* du magnésium.

La température des météorites est donc moindre dans ces étoiles que dans les *Novæ*, le peu de développement des lignes d'absorption nous en fournit la preuve. Nous pouvons donc dire, d'une façon générale, qu'il y a dans les étoiles deux causes qui atténuent les phénomènes d'absorption. La première, qui se manifeste dans

les étoiles à lignes brillantes, est celle-ci : chaque météorite est enveloppée d'une faible couche atmosphérique dont les substances deviennent visibles à de très basses températures. La seconde cause réside dans la constitution même de cette atmosphère qui, comme dans le cas de Sirius, ne nous permet d'observer que l'absorption de l'hydrogène ou, dans tous les cas, l'absorption prédominante de l'hydrogène; ce gaz en excès est produit, à mon avis, en partie par la dissociation de presque toutes les substances constitutives sous l'influence de l'énorme chaleur qui résulte de la condensation des météorites.

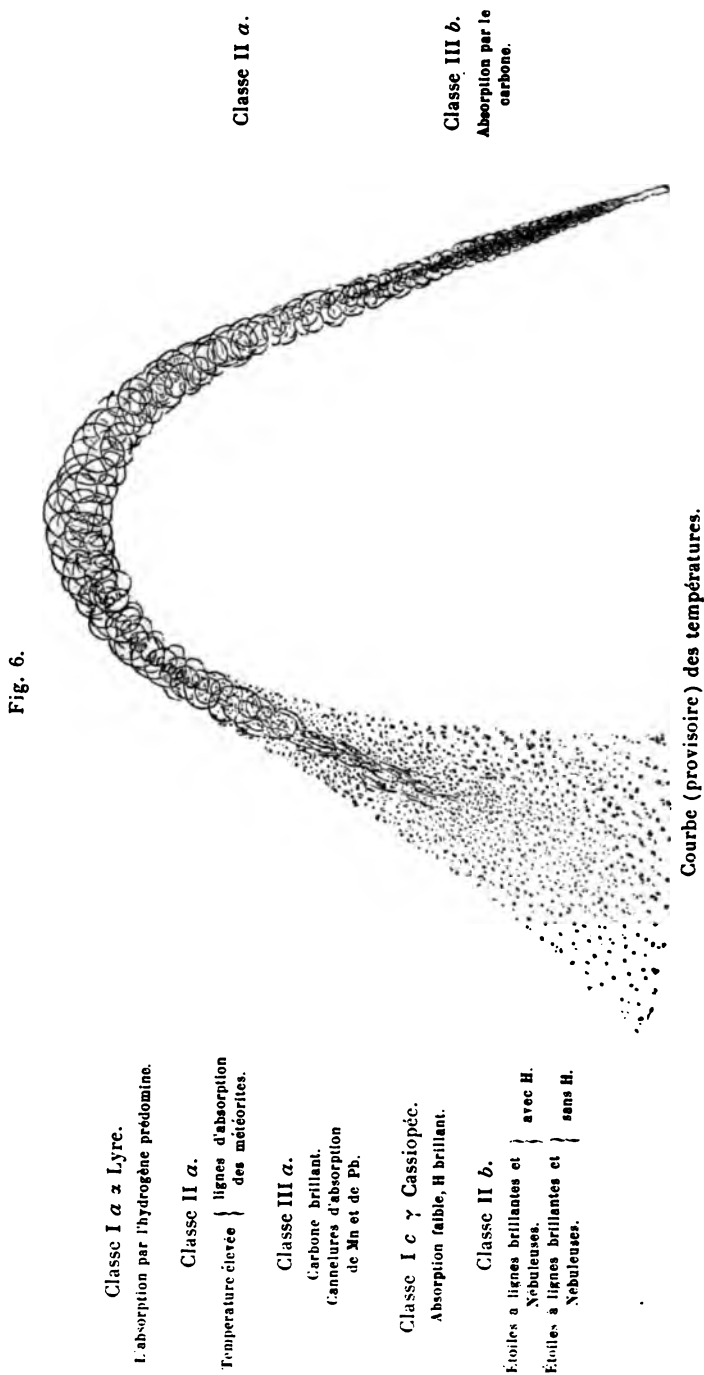
Remarques sur la courbe provisoire des températures.

Afin de présenter, sous une forme sensible, les différents résultats auxquels je suis parvenu, j'ai dessiné le diagramme ci-contre, que je nomme *courbe des températures*. L'une des branches de cette courbe nous représente les états des différents corps célestes dont les températures vont en croissant. Dans l'autre branche, nous figurons l'état des corps constitués par un mélange de vapeurs, puis celui des corps où une croûte s'est formée sous l'influence du refroidissement graduel. Au sommet de la courbe, nous représentons l'état des corps dont la température est maxima.

Dans une Lettre que j'adressai, en 1872, à M. Dumas, j'émis l'idée que le degré de simplicité du spectre d'une étoile dépend de la température maxima de la vapeur; depuis lors, d'autres observateurs, je crois, ont adopté cette opinion. Ce seraient donc les étoiles de la première classe qui figureraient au sommet de la courbe des températures. Sur la branche correspondant aux températures croissantes, seraient représentés, par ordre de température, les divers agrégats portés par les collisions, ainsi que l'observation l'indique, à des températures de plus en plus élevées, depuis les agrégats dont les météorites sont à d'énormes distances les unes des autres (ces distances permettant toutefois à l'agrégat de conserver quelque éclat) jusqu'à ceux qui se présentent sous la forme de vapeurs condensées par la gravité.

Sur l'autre branche, descendant des étoiles de la première grandeur aux corps obscurs, tels que le compagnon de Sirius, nous devons placer les corps où l'absorption est produite par des molé-

VARIÉTÉS.



cules composées : c'est le cas de la classe III *b* de M. Vogel. Mais un fait curieux se présente ici : nous sommes obligés d'intercaler dans cette branche, entre Ia et III *b*, les étoiles de la classe II localisées déjà, tout naturellement, sur la branche ascendante de cette courbe.

Régions d'égale température situées sur les deux branches de la courbe. — Il résulte de la construction de cette courbe qu'il existe, sur les deux branches, des régions isothermes. Remarquons toutefois que, dans de pareilles régions, la température correspond, sur la branche ascendante, à celle des météorites individuelles ou des vapeurs résultant de celles-ci, tandis qu'elle correspond, sur la branche descendante, à celle d'une agglomération de masses gazeuses ou sur le point de se solidifier. Si nous envisageons deux régions voisines du sommet de la courbe, nous trouverons certainement, à très peu près, la même température dans leur atmosphère, je veux dire dans les couches qui sont les plus propres à la production des phénomènes d'absorption. Considérons, par exemple, les étoiles de la deuxième classe, dont la température est, d'après l'opinion générale, moins élevée que celle des étoiles de la première classe; demandons-nous sur quelle branche de notre courbe il faut les placer? Précisons davantage. Quelle place doit occuper le Soleil, qui est une étoile de la seconde classe? Il est difficile de répondre à cette question. Bornons-nous à prévoir que, lorsque des travaux ultérieurs auront divisé en deux groupes les étoiles de la seconde classe, l'un de ces groupes aura sa place sur la première branche, l'autre sur la seconde.

Par quelles considérations serons-nous guidés dans ces travaux? Par la considération des météorites. En effet, l'atmosphère d'une étoile formée de météorites doit contenir la totalité des éléments chimiques que renferment ces météorites; aussi les phénomènes spectroscopiques que présente cette atmosphère ne doivent-ils pas différer de ceux que l'on observerait avec les vapeurs d'un grand nombre de météorites volatilisées simultanément.

Pour approfondir cette question, je me suis procuré des photographies composées des spectres de plusieurs météorites et un spectre solaire, destiné à servir de terme de comparaison. Je constate que cette photographie composée, représentant le spectre

des météorites, ressemble beaucoup au spectre solaire; on y remarque toutefois des différences qui m'ont donné l'idée d'une division des étoiles de la seconde classe, division à laquelle j'ai déjà fait allusion. Les magnifiques photographies stellaires de M. le Dr Huggins nous apprennent (ce que j'avais prédit longtemps avant l'exécution de ces photographies) que la largeur de H et de K varie considérablement d'un spectre stellaire à l'autre. Dans les étoiles, et probablement dans les plus chaudes, où les lignes de l'hydrogène sont à peu près les seules lignes d'absorption, la raie K est bien peu visible; cependant, elle s'accroît de plus en plus et devient, quand l'étoile est arrivée à une certaine période, la ligne la plus importante du spectre. Mais il existe des étoiles où les raies *h* et G de l'hydrogène sont à peine plus développées que dans le cas du Soleil et où la raie K est beaucoup moins large que dans le spectre solaire. On voit, en outre, dans le spectre de ces étoiles une ligne d'absorption de l'hydrogène, $\lambda = 3800$, plus réfrangible que K et qui n'est représentée dans le spectre solaire par rien qui en approche en intensité. Nous nous posons alors cette question : la largeur considérable de la bande K observée dans le spectre solaire et dans ceux de quelques autres étoiles caractérise-t-elle les étoiles qui, comme le Soleil, sont en voie de refroidissement? Nous sommes en droit d'admettre que le Soleil a actuellement une température moins élevée qu'à l'époque primitive du développement de notre système planétaire. Cette variation dans les spectres des étoiles de la seconde classe, si plus tard on arrive à la constater, ne pourrait être attribuée qu'à l'atmosphère stellaire qui s'enrichit, à mesure que le refroidissement s'accroît, d'éléments auxquels correspondent, dans le spectre, des lignes de plus en plus larges. Nous admettrons facilement que la proportion entre les vapeurs constitutives de l'atmosphère stellaire ne reste pas constante pendant la période de refroidissement; mais il nous est impossible, dans l'état actuel de nos connaissances, d'expliquer pourquoi telles vapeurs, en raison de leur combinaison chimique, disparaissent du spectre, tandis que telles autres, au contraire, apparaissent plus accentuées.

(A suivre.)

MÉMOIRES ET OBSERVATIONS.

QUELQUES REMARQUES SUR L'ORIGINE DES MÉTÉORES.

PAR M. TH. BREDICHIN.

Les personnes qui auront la patience de feuilleter les *Annales de l'observatoire de Moscou* y verront que je suis revenu de temps en temps sur cette idée : que la formation des queues *anormales* (rigées vers le Soleil) nous présente l'acte même de la transformation d'une partie de la masse cométaire en essaims de météores. J'ai vu : 1877, vol. III, livr. 1, p. 41; 1879, vol. V, livr. 2, p. 59-60; 1881, vol. VII, livr. 2, p. 62-63; 1883, vol. IX, livr. 2, p. 72, où je donne une compilation des formules exactes pour le calcul des queues des *corpuscules* constituant les queues anormales et je les applique à la comète de 1882, II; 1884, vol. X, 1, livr. 1, p. 93). En 1885, j'applique déjà ces formules, entre autres (*Annales de l'observatoire de Moscou*, I, 1) à la queue anormale de la comète parabolique de 1844, et montre que les corpuscules du bout de cette queue se mouvaient sur l'orbite elliptique, ayant le demi grand axe $A = 7,4$ (l'unité est la distance Terre-Soleil) et le temps périodique $T = 20$ ans. Les queues anormales (nous connaissons 8 comètes pour lesquelles les queues ont été visibles), pour la plupart à peine visibles, doivent résister, d'après mes recherches, en *corpuscules* relativement trop légers et trop pondérables pour être emportés dans la queue normale et qui sont mus par la force ordinaire newtonienne, après avoir reçu une *impulsion*, un *choc* vers le Soleil de la part des corpuscules qui s'élancent dans la queue normale étant animés de la force *répulsive*.

Or, dans plusieurs comètes, ces effluves peuvent agir sur de nombreux corpuscules sans produire chaque fois un appendice anormal lumineux pour devenir accessible à l'observation.

Ainsi les queues anormales, et en général les éjections des corpuscules vers le Soleil, peuvent être regardées, d'après ma théorie, comme les sources des météores. Je suis occupé à présent à exposer cette théorie dans tous ses détails; pour le moment, je veux citer seulement comment les éjections en question, provenant de d'une comète *parabolique*, peuvent engendrer des courants périodiques à répétition annuelle.

Pour la valeur numérique de l'impulsion, j'adopte en moyenne $g = 0,1$, comme on le trouve dans nos *Annales*; la direction de l'impulsion pour une série de corpuscules fait avec le rayon vecteur un angle G , $+$ en arrière et $-$ en avant de ce rayon par rapport à son déplacement. (Voir ces formules, très élémentaires, autres dans les *Memorie della Società degli Spettroscopici italiani*, vol. XII, p. 4-6.)

Prenons une comète *moyenne*, pour ainsi dire, dont la distance au périhélie est $q = 0,5$. On s'aperçoit facilement que, dans une certaine position du noyau avant le périhélie, les éjections pour les angles G entre $\pm 45^\circ$ donneront des orbites hyperboliques, conséquemment les corpuscules seront ainsi expulsés du système solaire.

Au périhélie, pour l'anomalie $v = 0$, dans la partie du cône d'éjection embrassant les angles G entre $+45^\circ$ et $1^\circ,4$, les corpuscules suivront les orbites elliptiques, et l'on aura, par exemple, les valeurs suivantes des demi grands axes A et des temps périodiques T :

$$(1) \quad \left\{ \begin{array}{lll} G = +45^\circ & A = 3,67 & T = 7,0 \\ & & \text{ans} \\ & +30,0 & 5,26 \\ & +20,0 & 7,89 \\ & +1,4 & \text{parabole} \end{array} \right.$$

et puis viennent les hyperboles.

Dans la gradation des temps périodiques entre 7 et 22, on voit déjà la possibilité pour la Terre de rencontrer chaque année un ou les autres de ces corpuscules.

Pour le rayon vecteur du noyau $r = 1$, $v = 90^\circ$:

$$(2) \quad \left\{ \begin{array}{lll} G = +45^\circ & A = 3,67 & T = 7,0 \\ & 0 & 5,26 \\ & -43 & \text{parabole} \\ & -45 & \text{hyperboles} \end{array} \right.$$

Pour $r = 1,5$, $v = 109^\circ,5$:

$$(3) \quad \left\{ \begin{array}{lll} G = +45^\circ & A = 4,59 & T = 9,9 \\ & 0 & 5,60 \\ & -45 & 34,50 \end{array} \right. \quad \begin{array}{l} \text{ans} \\ 3,2 \\ 203,5 \end{array}$$

Pour les comètes elliptiques, surtout à courtes périodes, la décomposition en météores demande une impulsion dont la valeur est beaucoup plus petite, par exemple 0,02 ou 0,01 pour la comète de Biéla.

On voit ainsi qu'à chaque point de l'orbite de la comète, tant que les éjections sont en jeu, on aura dans le plan de l'orbite cométaire, et hors de ce plan, sans doute, un faisceau d'orbites des corpuscules présentant toujours la possibilité de rencontres annuelles avec la Terre. Toutes ces orbites, provenant de différents points de l'orbite cométaire, ne sont nullement parallèles et, par conséquent, la radiation des météores ne se réduira pas à un seul point du ciel, mais devra embrasser toute une aire plus ou moins considérable. La construction graphique des orbites explique aussi le déplacement du point de radiation par rapport aux étoiles.

Je me contente ici de ces remarques générales; quant aux détails, ils sont trop prolixes pour ces pages, et on les trouvera dans mon Mémoire qui est sous presse dans le *Bulletin de la Société des Naturalistes de Moscou*.

Je dois ajouter pourtant que ma théorie ne s'accorde point avec l'admission des points de radiation *stationnaires*, qui a rencontré déjà plusieurs objections très graves.

Ayant en vue la pluralité et la contiguïté des courants des différentes époques (on en connaît déjà plus de 3000, et ce nombre s'accroît de mois en mois), et dans l'impossibilité de distinguer dans *chacun d'eux*, à l'exception des plus abondants, quelque apparence physique spéciale, je regarde ces points stationnaires comme des points de radiation des *différents* courants ramenés tour à tour vers le même point du ciel par cette sorte d'*aberration* dans la direction des courants qui provient du rapport des vitesses des météores et de la Terre.

RECHERCHES SUR LA FORME DES TOURILLONS D'UNE LUNETTE MÉRIDIENNE,

CONSTRUITE PAR MM. PISTOR ET MARTINS, EN SERVICE A L'OBSERVATOIRE DE SANTIAGO (CHILI);

PAR M. DEVAUX.

Quand on mesure l'inclinaison de l'axe de rotation de la lunette, la lunette étant horizontale, on trouve des résultats différents suivant que l'objectif est dirigé vers le Nord ou vers le Sud, quoiqu'on ait soin de placer toujours le niveau sur les mêmes points des tourillons. Cette différence ne peut pas s'expliquer en admettant seulement que les tourillons sont coniques; il faut encore admettre

qu'ils ont une forme irrégulière : c'est cette forme que nous allons essayer de déterminer.

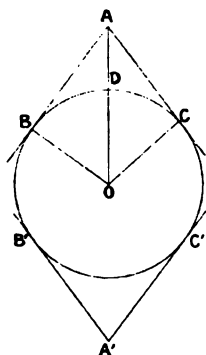
A priori, une pareille recherche ne semble pas impossible. On peut lire sur le niveau des dixièmes de division, et une division du niveau vaut $1'',4$; la distance des deux branches est de $0^m,90$. On en déduit facilement qu'il suffit d'élever une des branches du niveau de $\frac{1}{2000}$ de millimètre pour que la bulle se déplace d'un dixième de division. De pareilles inégalités, malgré tout le soin apporté à la construction de l'instrument, peuvent vraisemblablement subsister, et nous verrons plus loin qu'elles sont beaucoup plus grandes.

Malheureusement, il est impossible de déterminer la forme des tourillons aux points où l'on place le niveau. En effet, ce dernier s'appuie sur les tourillons au moyen de quatre petites surfaces, deux pour chaque branche, que l'on peut supposer deux à deux situées dans deux plans se coupant suivant un angle aigu. La valeur de cet angle, mesuré grossièrement, est de 75° . L'observation nous donne la valeur de l'inclinaison de l'arête des deux plans, mais rien de plus. Nous pouvons en déduire l'inclinaison de la génératrice des tourillons qui se trouve dans le même plan vertical. Pour passer de cette donnée rigoureuse à la forme d'une section elle-même, il nous faudra nous appuyer sur quelques hypothèses. Le résultat auquel nous arriverons n'aura de valeur que dans le cas où nous pourrions les justifier.

Nous commencerons par déterminer l'inclinaison d'une génératrice des tourillons, ou plutôt l'angle que fait cette génératrice avec l'axe idéal de rotation. La pièce fixée aux piliers et qui supporte les tourillons a la forme d'un V. Son angle a également pour valeur 75° et la ligne d'intersection des deux branches de ce V, que nous appellerons la *ligne de support des tourillons*, peut être considérée comme fixe dans toutes les positions de la lunette. Supposons d'abord que les tourillons aient la forme d'un cône de révolution. Nous coupons l'un d'eux par un plan perpendiculaire à l'axe de rotation et passant par l'une des branches du niveau. La section est un cercle dont le point O, trace de l'axe du cône, est le centre. Les deux plans d'appui du niveau sont coupés suivant les droites AB et AC ; les deux bras du V, suivant A'B' et A'C'. L'observation nous donne, en plaçant la lunette dans une certaine

position, que nous appellerons *position directe*, puis en la retournant et la plaçant dans une nouvelle position que nous désignerons sous le nom de *position inverse*, l'angle de la ligne A avec

Fig. 1



l'axe O du cône. Désignons par ϵ' cet angle, et par ϵ l'angle de la génératrice D avec l'axe, autrement dit l'angle au sommet du cône. Les angles ϵ et ϵ' , étant très petits, peuvent être regardés comme proportionnels à leurs sinus, et, par conséquent, comme proportionnels à OD et à OA.

On a

$$OD = OB = OA \sin BAO = OA \sin \frac{75^\circ}{2} = OA \times \frac{6}{10};$$

on en conclut

$$\epsilon = \frac{\epsilon' \times 6}{10}.$$

Supposons maintenant que les tourillons aient une forme irrégulière. Nous pouvons admettre que la longueur OD est la moyenne des longueurs OB et OC, et nous verrons plus tard ce que vaut cette hypothèse. En ce cas, on pourra encore, sans erreur appréciable,

poser $\epsilon = \frac{\epsilon' \times 6}{10}.$

Le même raisonnement pourra s'appliquer à l'angle B'A'C'. D'ailleurs l'angle de A' avec l'axe du cône a la même valeur ϵ' . La lunette étant dans la position directe, on mesure l'inclinaison de l'axe à la manière ordinaire. On trouve une certaine valeur I. Si β est l'angle que fait la ligne A' avec l'horizontale, on a $I = \beta + 2\epsilon'$.

Dans la position inverse, on aura $l' = \beta - 2\varepsilon'$. Donc $\varepsilon' = \frac{l-l'}{4}$.

Nous obtiendrons de cette façon pour chaque position de la lunette une certaine valeur de ε' . Nous en déduirons la valeur de ε , et nous admettrons que les tourillons ont la forme générale d'un cône, dont l'angle au sommet a pour valeur la moyenne des valeurs de ε , que nous désignerons par ε_m . Chaque génératrice s'écartera de ce cône d'une valeur qui sera mesurée par $\varepsilon - \varepsilon_m$, et cette quantité nous donnera la direction d'une certaine ligne droite qui appartiendra à la surface réglée que nous pourrions considérer comme représentant le tourillon.

Une première série de mesures fut faite dans le but de s'assurer que cette recherche était possible. On ne choisit que deux positions différentes du niveau. Dans la première, le niveau est appliqué le plus près possible de la lunette du côté du tourillon Est; dans la seconde, le niveau est appliqué du côté du tourillon Ouest. Ces deux positions offrent l'avantage d'être bien déterminées. Nous désignerons la première par les mots *contact à l'Est*, la seconde par *contact à l'Ouest*.

Des mesures furent faites, la lunette étant horizontale, l'objectif alternativement tourné au Nord et au Sud, et le niveau dans les deux positions ci-dessus mentionnées. Nous avions chaque fois quatre valeurs de ε' ; pour obtenir une de ces valeurs, on faisait quatre lectures en retournant le niveau après chacune d'elles, et les deux moyennes calculées furent toujours concordantes; d'ailleurs, à la fin de chaque série de mesures, on remplaça la lunette dans la position du point de départ et l'on constata par une nouvelle détermination de son inclinaison que rien n'avait changé. Toutes les précautions furent prises pour assurer l'exactitude des observations. La salle méridienne n'est pas éclairée par des fenêtres vitrées. Comme on ne peut se servir ni d'une bougie ni d'une lampe, dont l'approche fait varier l'état du niveau d'une manière sensible, on dut ouvrir les fenêtres ou les trappes. On reconnut bientôt qu'il était préférable d'ouvrir ces dernières et de laisser les fenêtres fermées. On opérait de préférence au milieu de la journée, où la température est constante, et l'on préparait la salle une heure avant de commencer les mesures. On choisissait aussi les journées où l'air était calme, ce qui est indispensable, la moindre

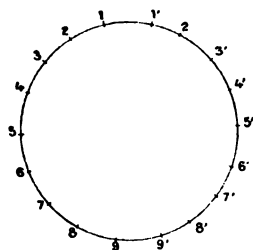
variation de température faisant changer l'état du niveau. Pendant le cours des opérations, on prenait aussi grand soin de ne choquer aucune partie du niveau et surtout les branches.

Pendant trois semaines on fit 15 déterminations des quatre valeurs de ϵ' mentionnées plus haut. Ces valeurs s'écartèrent de leur moyenne de moins d'un dixième de partie du niveau. Les températures varièrent de $+13^{\circ}$ à $+20^{\circ}$, mais les différences trouvées ne parurent pas suivre une loi dépendant de la température. Les nombres obtenus furent les suivants, en prenant comme unité une division du niveau.

	Contact Est.	Contact Ouest.
Objectif Nord.....	$\epsilon' = +0,13$	$\epsilon' = +0,45$
Objectif Sud.....	$\epsilon' = -0,46$	$\epsilon' = -0,11$

Ces résultats nous montrèrent que la recherche était possible. Ils nous fournirent quatre nombres qui sont très exacts, ayant été

Fig. 2.



obtenus par une moyenne de 15 valeurs, et qui peuvent nous servir de contrôle pour les recherches ultérieures. On étendit alors les observations à des positions de la lunette différant entre elles de 20° , ce qui nous donna $\frac{360}{20} = 18$ valeurs de ϵ' pour la circonférence entière d'un tourillon. On remarqua bientôt que les valeurs trouvées pour ϵ' étaient très concordantes et que, pour les positions déjà étudiées, elles ne s'écartaient pas sensiblement des nombres trouvés. On crut pouvoir se limiter à trois séries de déterminations. Pour plus de clarté, on désignera les positions de la lunette par un chiffre. Les chiffres ordinaires seront employés quand, dans la position directe, l'objectif est tourné vers le Nord, les chiffres accen- tués quand l'objectif est tourné vers le Sud. Ainsi la position 5 désignera la position horizontale de la lunette, l'objectif étant

tourné vers le Nord; la position 6' se rapporte à une position de la lunette faisant un angle de 20° avec l'horizon, l'objectif étant dirigé vers le Sud, et ainsi de suite.

Les résultats sont inscrits dans les Tableaux I et II. Chacun des nombres a été obtenu par la combinaison de 4 mesures dans la position directe et 4 dans la position inverse, soit 8 mesures; et comme ces Tableaux renferment $3 \times 18 = 54$ nombres, ils représentent le résultat de $8 \times 54 = 432$ mesures différentes. Les 4 premiers nombres obtenus dans la première série d'expériences étaient eux-mêmes le résultat de $4 \times 8 \times 15 = 480$ mesures, ce qui montre que les nombres trouvés ont exigé 912 mesures différentes.

TABLEAU I

DONNANT LES VALEURS DE ϵ' ET DE ϵ , OBTENUES AUX DATES INSCRITES DANS LES COLONNES, AINSI QUE LES VALEURS DE $\frac{\epsilon - \epsilon_m}{2}$ EN MILLIÈMES DE MILLIMÈTRE.

Contact Est, $\epsilon_m = -0,10$.

POSITIONS de la lunette.	VALEURS DE ϵ' .							$\frac{\epsilon - \epsilon_m}{2}$	$\epsilon - \epsilon_m$	en millièmes de millimètre.
	7 mai. +13°, 0.	9 mai. +13°, 2.	8 mai. +15°, 4.	10 mai. +14°, 4.	11 mai. +14°, 1.	12 mai. +12°, 6.	12 mai. +14°, 0.			
1	-0,10			0,09			-0,15	-0,11	-0,07	-0,03
2	0,12			-0,07			-0,05	-0,08	-0,05	-0,01
3	-0,24			0,08			-0,15	-0,16	-0,10	0,00
4	0,09				0,04		-0,17	-0,10	-0,06	+0,04
5	-0,11	+0,10			+0,16			+0,12	+0,07	+0,17
6	-0,09	+0,28			+0,22			+0,20	+0,12	+0,22
7	+0,10	+0,14			-0,15			+0,13	+0,08	+0,18
8	-0,05	-0,07			0,04			-0,01	-0,01	-0,01
9	-0,15	-0,09			-0,26			-0,17	-0,10	0,00
9'	-0,30		-0,25			-0,36		-0,30	-0,18	-0,08
8'	-0,34		-0,24			-0,30		-0,29	-0,17	-0,07
7'	-0,35		-0,17			-0,32		-0,28	-0,17	-0,07
6'	0,50		-0,39			-0,56		-0,48	-0,29	-0,19
5'	0,48		-0,50			-0,56		-0,51	-0,31	-0,21
4'	0,23		-0,35			-0,43		-0,34	-0,14	-0,04
3'	0,23		-0,27				-0,36	-0,29	-0,17	-0,07
2'	0,35			0,43			-0,36	-0,38	-0,23	-0,13
1'	0,18			0,19			-0,20	-0,19	-0,11	-0,01

A. B. - Le chiffre inscrit au-dessous de la date est la température.

TABLEAU II

DONNANT LES VALEURS DE ϵ' ET DE ϵ , OBTENUES AUX DATES INSCRITES DANS LES COLONNES,
 AINSI QUE LES VALEURS DE $\frac{\epsilon - \epsilon_m}{2}$ EN MILLIÈMES DE MILLIMÈTRE.

Contact Ouest, $\epsilon_m = +0,10$.

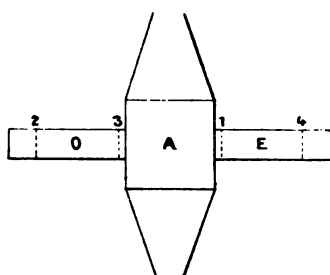
POSITIONS de la lunette.	VALEURS DE ϵ' .									$\epsilon = \epsilon' \times 10$	$\epsilon - \epsilon_m$.	$\frac{\epsilon - \epsilon_m}{2}$ en millimètres de millimètre.
	15 mai. +14°, 6.	16 mai. +10°, 4.	16 mai. +13°, 0.	17 mai. +8°, 3.	17 mai. +12°, 6.	18 mai. +10°, 3.	18 mai. +12°, 8.	19 mai. +10°, 0.	Moy.			
1			+0,26		+0,47		+0,29		+0,34	+0,20	+0,10	+0,25
2			+0,32			+0,51	+0,41		+0,41	+0,25	+0,15	+0,37
3		+0,22				+0,39	+0,31		+0,31	+0,19	+0,09	+0,22
4		+0,24				+0,37	+0,30		+0,30	+0,18	+0,08	+0,20
5		+0,53				+0,45	+0,40		+0,46	+0,28	+0,18	+0,45
6		+0,52		+0,39		+0,48			+0,46	+0,28	+0,18	+0,45
7		+0,33		+0,45		+0,47			+0,42	+0,25	+0,15	+0,37
8		+0,15		+0,13		+0,27			+0,18	+0,11	+0,01	+0,03
9		-0,02		+0,06				+0,05	+0,03	+0,02	-0,08	-0,20
9'	-0,15			-0,20				-0,07	-0,13	-0,08	-0,18	-0,45
8'	-0,11			-0,07				-0,02	-0,07	-0,04	-0,14	-0,35
7'	-0,10			-0,04				-0,02	-0,05	-0,03	-0,13	-0,32
6'	-0,17				-0,15			-0,06	-0,13	-0,08	-0,18	-0,45
5'	-0,19		-0,03		-0,09				-0,10	-0,06	-0,16	-0,40
4'	+0,21		+0,04		+0,15				+0,13	+0,08	-0,02	-0,05
3'	-0,02		-0,01		+0,09				+0,02	+0,01	-0,09	-0,22
2'		+0,11		+0,21		+0,07			+0,13	+0,08	-0,02	-0,05
1'		+0,21		+0,34		+0,18			+0,24	+0,14	+0,04	+0,10

N. B. — Le chiffre inscrit au-dessous de la date est la température.

Ces résultats nous montrent que les tourillons ont une forme conique d'une manière générale. Dans le *contact Est*, l'angle au sommet du cône est négatif; dans le *contact Ouest*, il est positif, et les deux valeurs sont égales au signe près. Représentons par O et E les tourillons Ouest et Est et par A la lunette. Dans le cas du *contact Est*, le niveau s'appuie sur les sections 1 et 2; dans le cas du *contact Ouest*, il s'appuie sur 3 et 4. Nos résultats doivent s'interpréter ainsi : la section 1 est plus grande que la section 2, la section 3 est plus grande que la section 4; dans les deux cas, le rapport est le même. Si les sections 1 et 3 étaient égales, les sections 2 et 4 devraient l'être également, et les deux tourillons auraient

chacun la forme d'un cône dont le sommet serait situé en dehors de la lunette; cette hypothèse n'est pas invraisemblable; elle ten-

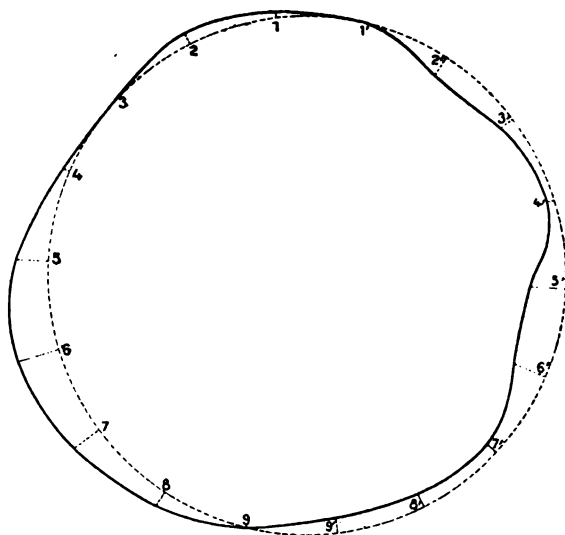
Fig. 3.



draît seulement à prouver que les tourillons ont été tournés d'une manière identique.

Quant aux irrégularités, pour les rendre plus sensibles, nous les

Fig. 4.



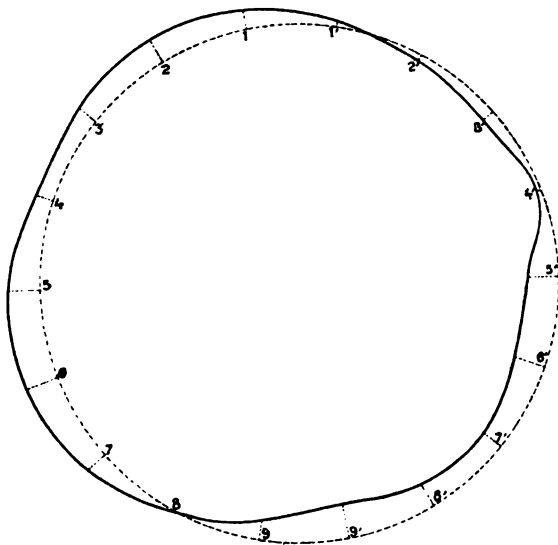
Section du tourillon Ouest.

Le rayon du tourillon est amplifié 2 fois, la déformation 10000 fois.

représenterons par des figures. Si la section d'un des tourillons était un cercle, les irrégularités observées affecteraient unique-

ment la section de l'autre. N'ayant pas le moyen d'isoler chacun des tourillons, on admettra que les irrégularités affectent également l'un et l'autre, et l'on verra plus loin qu'on est en droit de le faire. Alors, dans le *contact Est*, la valeur $\frac{\epsilon - \epsilon_m}{2}$ inscrite dans nos Tableaux représentera la forme d'une section comprise entre 1 et 2,

Fig. 5.



Section du tourillon Est.

Le rayon de tourillon est amplifié 2 fois, la déformation 10000 fois.

c'est-à-dire d'une section du tourillon Ouest; dans le *contact Ouest*, elle représentera une section du tourillon Est.

Nous avons vu qu'une partie du niveau correspondait à une irrégularité de $\frac{5}{1000}$ de millimètre environ et un dixième de partie à $\frac{5}{10000}$. Nous représenterons cette dernière sur notre figure par 5^{mm}. Nous amplifierons donc 10000 fois environ. Le tourillon lui-même ne sera amplifié que 2 fois; son rayon, qui est de 18^{mm}, sera représenté par 36^{mm}. Les inégalités seront donc rendues 5000 fois plus grandes par rapport aux tourillons.

On remarquera aisément la grande ressemblance des deux figures obtenues. Ceci légitime l'hypothèse que nous avons faite, que les

deux tourillons étaient déformés de la même manière. De plus, les sections présentent une courbe assez régulière pour que, dans la *fig. 1*, nous ayons pu supposer $OD = \frac{OB + OC}{2}$ sans erreur appréciable. Quant aux tourillons eux-mêmes, comme ils ont été vraisemblablement tirés du même cylindre d'acier, il semble que certaines génératrices plus tendres ont été entaillées plus facilement que d'autres sous l'action du tour, et que les mêmes irrégularités se sont ainsi produites.

Nous ferons remarquer que les conclusions que nous offrons ne sont que des explications des irrégularités constatées, et non des déductions rigoureuses. Étant dans l'impossibilité de connaître directement la forme d'une section d'un tourillon, nous avons tâché d'expliquer d'une manière simple et satisfaisante les inégalités mesurées. Il nous a paru qu'on pouvait de cette façon se faire une idée nette et assez près de la vérité de cette forme qui échappe aux recherches directes, et c'est ce que nous nous sommes efforcé de réaliser dans le présent travail.

SUR LES ORBITES DES DEUX COMÈTES DE 1833 ET 1883;

PAR M. L. SCHULHOF.

[Suite (1).]

I. — ELLIPSE. Époque, octobre 1, 23^h t. m. de Paris.

$dM.$ $d\mu.$ $d\varphi.$ $d\pi.$ $dQ.$

Coefficients différentiels pour les longitudes.

I.	0,84182	+2,10344 _n	+9,88287	+9,36807	+7,50903 _n	+
II. ...	0,84293	+2,06336 _n	+9,99684	+9,42375	+7,38609 _n	-
III ...	0,84055	+2,01266 _n	+0,08739	+9,48366	+7,15926 _n	.
IV ...	0,83247	+1,93761 _n	+0,16939	+9,55176	+6,14884 _n	
V	0,81852	+1,84187 _n	+0,23098	+9,61337	+7,08276	

(1) *Bulletin*, V, p. 248 et 480.

dT dq de $d\pi$ $d\Omega$ di

Coefficients différentiels pour les latitudes.

.. 9,43838	+0,78909	+9,35197	+8,71527	+8,89047 _n	+9,49505 _n
.. 9,53961	+0,79836	+9,40997	+8,80009	+8,94365 _n	+9,44449 _n
.. 9,60709	+0,82597	+9,45967	+8,87050	+8,98554 _n	+9,37912 _n
.. 9,65587	+0,87017	+9,50527	+8,93619	+9,02276 _n	+9,27984 _n
.. 9,68395	+0,92351	+9,54226	+8,99099	+9,04975 _n	+9,14600 _n

II. — PARABOLE.

Coefficients différentiels pour les longitudes.

... 8,37915 _n	+9,57587 _n	+9,27395	+9,43200	+7,46888 _n	+7,49289 _n
... 8,38101 _n	+9,71692 _n	+9,32837	+9,48010	+7,32592 _n	+7,06426
... 8,37881 _n	+9,82339 _n	+9,36652	+9,53205	+7,04845 _n	+7,63400
... 8,37043 _n	+9,91734 _n	+9,39217	+9,59188	+6,24245	+7,80320
... 8,35580 _n	+9,98700 _n	+9,39936	+9,64676	+7,17527	+7,82447

Coefficients différentiels pour les latitudes.

.. 6,98858 _n	+9,12579 _n	+7,81962 _n	+8,70174	+8,87421 _n	+9,49824 _n
.. 7,08031 _n	+9,18173 _n	+7,89074 _n	+8,78717	+8,92791 _n	+9,44677 _n
.. 7,14176 _n	+9,23057 _n	+7,96656 _n	+8,85787	+8,97025 _n	+9,38078 _n
.. 7,18620 _n	+9,27703 _n	+8,05898 _n	+8,92460	+9,00795 _n	+9,28113 _n
.. 7,20959 _n	+9,31359 _n	+8,15414 _n	+8,97842	+9,03538 _n	+9,14761 _n

III. — HYPERBOLE.

Coefficients différentiels pour les longitudes.

.. 8,38417 _n	+9,52371 _n	+9,21471	+9,46200	+7,44638 _n	+7,33416 _n
.. 8,38667 _n	+9,67983 _n	+9,27279	+9,50653	+7,29575 _n	+7,30389
.. 8,38468 _n	+9,79406 _n	+9,31431	+9,55486	+6,99645 _n	+7,70303
.. 8,37648 _n	+9,89278 _n	+9,34380	+9,61089	+6,43461	+7,84287
.. 8,36167 _n	+9,96497 _n	+9,35488	+9,66261	+7,19252	+7,85510

Coefficients différentiels pour les latitudes.

.. 6,99255 _n	+9,08578 _n	+7,58472 _n	+8,68814	+8,86124 _n	+9,50452 _n
.. 7,08115 _n	+9,14073 _n	+7,64706 _n	+8,77453	+8,91547 _n	+9,45334 _n
.. 7,14063 _n	+9,18905 _n	+7,72236 _n	+8,84586	+8,95829 _n	+9,38796 _n
.. 7,18352 _n	+9,23540 _n	+7,82388 _n	+8,91326	+8,99650 _n	+9,28969 _n
.. 7,20394 _n	+9,27204 _n	+7,93515 _n	+8,96764	+9,02435 _n	+9,15881 _n

Dans la résolution des équations de condition, j'ai laissé indéterminés $d\mu$ dans l'ellipse, de dans la parabole et l'hyperbole.

Le Tableau suivant donne les variations des éléments, pour l'ellipse en fonction de $d\mu$, pour la parabole et l'hyperbole en fonction de de :

	Ellipse.		Parabole.		Hyperbole.
dM	1,38485 $d\mu$	dT	0,99315 de	dT	0,93741 de
$d\varphi$	1,67767 _n $d\mu$	dq	9,46915 de	dq	9,39994 de
$d\pi$	1,35156 _n $d\mu$	$d\pi$	5,08063 de	$d\pi$	4,96317 de
dQ	1,05719 $d\mu$	dQ	4,80987 _n de	dQ	4,71675 _n de
di	9,12400 $d\mu$	di	3,21399 _n de	di	3,24053 _n de

Voici les variations des écarts des lieux normaux exprimées, dans l'ellipse en fonction de $d\mu$, dans la parabole et l'hyperbole en fonction de de :

	Ellipse. $\Delta\lambda \cos \beta.$	Parabole. $\Delta\lambda \cos \beta.$	Hyperbole. $\Delta\lambda \cos \beta.$
I.....	+0,0008 $d\mu$	-21,0 de	-28,1 de
II.....	-0,0009 $d\mu$	+40,1 de	+42,8 de
III.....	+0,0002 $d\mu$	+ 3,4 de	+ 6,8 de
IV.....	+0,0029 $d\mu$	-40,7 de	-32,1 de
V.....	-0,0022 $d\mu$	+18,5 de	+ 9,9 de
$\Delta\beta.$			
I.....	-0,0085 $d\mu$	+50,2 de	+39,5 de
II.....	-0,0035 $d\mu$	-22,0 de	-17,1 de
III.....	+0,0077 $d\mu$	-45,2 de	-35,9 de
IV.....	+0,0072 $d\mu$	-30,2 de	-22,0 de
V.....	-0,0100 $d\mu$	-49,9 de	+37,3 de

Dans les calculs qui devaient me fournir la limite inférieure de c , je ne me suis pas servi des éléments I, mais des éléments suivants, plus extrêmes, qui correspondent à une durée de révolution de 2^h.6 et à une excentricité de 0,797.

1833 octobre 1, 23^h temps moyen de Paris.

M.....	9.12.12,0	} Équin. et éclipt. moy. de 1833,0
π	213. 4.31,0	
IV. Q.....	328.15. 8,0	
i	7.23.28,0	
φ	52.50.53,4	
ϱ	1374",71	

Pour obtenir les écarts qui se rapportent à ces éléments, j'ai d'abord appliqué aux lieux normaux correspondant à l'ellipse I les corrections $\Delta\alpha = -1'',3$ et $\Delta\delta = +0'',1$, dues à la différence du temps d'aberration et de la parallaxe, et j'ai représenté les lieux normaux ainsi modifiés par les éléments IV. J'ai obtenu de cette manière les écarts suivants :

Ellipse IV.

	$\Delta\alpha.$	$\Delta\delta_1.$	$\Delta\delta_2.$	$\Delta\delta_3.$
I.....	$-7'',0$	$-4'',5$	$-4'',9$	$-4'',9$
II.....	$-38,5$	$-5,5$	$+15,0$	$+14,1$
III.....	$+1,2$	$+22,6$	$+19,6$	$+15,7$
IV.....	$+18,8$	$-83,6$	$-72,0$	$-57,5$
V.....	$-10,7$	$-7,2$	$-5,3$	$-2,3$
III*.....	$+1,2$	$-27,7$	$-31,7$	$-19,8$
IV*.....	$+21,4$	$+8,8$	$+19,4$	$+35,8$

En résolvant les équations de condition, je n'ai pas voulu chercher l'orbite la plus probable; mais j'ai simplement déterminé les corrections qu'il faut appliquer aux éléments IV, II et III, si l'on veut garder d'une part μ , d'autre part e . Les formules précédentes, dans lesquelles les variations des éléments sont exprimées en fonction de $d\mu$ et de de , font immédiatement reconnaître les corrections qu'il faut encore ajouter à ces éléments, en adoptant un μ ou un e différent.

J'ai déterminé les corrections des éléments, dans chacune des trois suppositions mentionnées, d'abord en gardant les dimensions des micromètres, données par Dunlop, ensuite en employant selon le cas soit $\Delta\delta_2$, soit $\Delta\delta_3$. Les Tableaux suivants, qui donnent ces corrections, contiendront donc six combinaisons : Ia, Ib, IIa, IIb, IIIa et IIIb. En Ia et Ib j'accepte les indications de Dunlop et je prends $\Delta\delta_1$ et $\Delta\delta_3$ comme écarts en déclinaison. En IIa et IIb je suppose que Dunlop a observé deux différentes étoiles à la date du 11 octobre; j'emploie pour la déclinaison $\Delta\delta_1$ et $\Delta\delta_2$. En IIIa et IIIb je change le signe de $\delta_{\star} - \delta_{\star}$ à la date du 8 octobre et je prends $\Delta\delta_1$ et $\Delta\delta_3$ comme écarts en déclinaison.

Corrections de l'ellipse IV.

	$\Delta\mu.$	$\Delta\varphi.$	$\Delta\pi.$	$\Delta\Omega.$	$\Delta i.$
Ia.....	-1,12	+1.38,5	- 6.13,3	+5.44,3	-1. 8,1
Ib.....	-1,14	+1.23,9	- 5.21,3	+3.41,1	-0.55,7
IIa.....	-1,62	+0.56,2	- 3.26,5	-1.46,9	+0.39,5
IIb.....	-2,48	+0.49,4	- 2.45,2	-1.54,2	+0.20,9
IIIa.....	- 2,69	+2.20,5	-10.15,1	+5.19,1	-0.33,8
IIIb.....	+2,18	+0.33,5	- 2.54,4	-0.10,8	+0.24,6

Corrections de la parabole II.

	$\Delta\tau.$	$\Delta q.$	$\Delta\pi.$	$\Delta\Omega.$	$\Delta i.$
Ia.....	-0,01333	-0,000855	- 8.51,9	+ 9. 3,0	-1.25,0
Ib.....	-0,01260	-0,000826	- 8.35,5	+ 6.53,6	-1.10,6
IIa.....	-0,00950	-0,000628	- 6.37,7	+ 1.17,6	+0.23,8
IIb.....	-0,00925	-0,000628	- 6.37,7	+ 0.53,1	+0. 8,2
IIIa....	-0,02073	-0,001198	-12.45,9	+ 8.57,0	-0.52,1
IIIb....	-0,01803	-0,001078	-11.27,1	+ 6.48,4	-0.46,7

Corrections de l'hyperbole III.

	$\Delta\tau.$	$\Delta q.$	$\Delta\pi.$	$\Delta\Omega.$	$\Delta i.$
Ia.....	-0,06651	-0,002714	-29.38,6	- 5.47,5	+1.18,4
Ib.....	-0,06415	-0,002630	-28.42,4	- 7.47,8	+1.30,4
IIa.....	-0,06067	-0,002449	-26.55,9	-13.31,1	-3. 3,1
IIb.....	-0,06042	-0,002449	-26.55,9	-13.56,3	-2.47,7
IIIa....	-0,07476	-0,003035	-33.17,5	- 5.53,5	-1.50,3
IIIb....	-0,07007	-0,002861	-31.19,4	- 7.52,2	+1.53,2

Il est inutile de donner pour toutes ces combinaisons les écarts des lieux normaux; il suffira de connaître pour chacune d'elles la somme (nn) des carrés des écarts qui subsistent après la correction des éléments. Quant à ces écarts mêmes, je me contenterai de donner ceux qu'on trouve pour la parabole dans les suppositions Ib, IIb et IIIb et pour l'ellipse et l'hyperbole dans la supposition IIb.

Voici d'abord les valeurs de (nn) :

		Ia.	Ib.	IIa.	IIb.	IIIa.	IIIb.
Ellipse,	$e = 0,797\dots$	6871	4358	2040	2059	4973	4275
Parabole,	$e = 1,000\dots$	6862	3987	927	619	6780	4268
Hyperbole,	$e = 1,100\dots$	7218	4274	923	511	7119	4889

L'inspection de ce Tableau montre immédiatement, pour chacune des six suppositions, le degré de probabilité de l'ellipse, de la parabole et de l'hyperbole. En Ia et Ib l'ellipse représente mieux les lieux normaux que l'hyperbole [on trouve en Ia, pour $e=0,9$, $(nn)=6702$ et en Ib, pour $e=1,2$, $(nn)=4596$]. En IIb la forme hyperbolique de l'orbite est très prononcée et même en IIa les écarts sont de beaucoup plus faibles pour l'hyperbole que pour l'ellipse [on trouve en IIa et IIb, pour $e=1,3$, les valeurs de (nn) égales à 1328 et 689]. En IIIb, et encore plus en IIIa, la forme de l'orbite est elliptique [on a en IIIb, pour $e=0,9$, $(nn)=3902$].

Tableau des écarts des lieux normaux pour la parabole.

	$\cos \beta \Delta \lambda.$			$\Delta \beta.$		
	Ib.	IIb.	IIIb.	Ib.	IIb.	IIIb.
I.....	+ 8,9	+ 8,2	+ 9,0	+ 4,9	+ 2,9	+ 12,6
II.....	-18,9	-17,6	-21,1	+ 2,2	-5,6	+ 9,8
III.....	+ 3,4	+ 5,5	+ 7,6	+ 10,9	-0,6	-16,6
IV.....	+15,6	+ 9,3	+13,3	-47,0	+6,6	-40,1
V.....	- 8,9	- 5,5	- 8,9	+29,3	-3,3	+35,9

Écarts des lieux normaux pour IIb.

	$\cos \beta \Delta \lambda.$		$\Delta \beta.$	
	Ellipse.	Hyperbole.	Ellipse.	Hyperbole.
I.....	+13,3	+ 6,5	-10,7	+7,5
II.....	-26,2	-14,8	+ 0,2	-7,3
III.....	+ 4,3	+ 6,2	+12,4	-5,2
IV.....	+19,6	+ 6,3	+13,8	+3,8
V.....	- 8,6	- 4,3	-16,1	+1,5

En m'arrêtant à la parabole, je donne dans le Tableau suivant les trois systèmes d'éléments qui correspondent aux combinaisons Ib, IIb et IIIb, parmi lesquelles je regarde la combinaison IIb comme la plus probable. Ces éléments se rapportent à l'écliptique et à l'équinoxe moyens de 1833,0; T est exprimé en temps moyen de Paris :

	Ib.	IIb.	IIIb.
T.....	sept. 10, 19433	sept. 10, 19768	sept. 10, 18890
log q.....	9,660793	9,660981	9,660554
π	222°.48'.10,8	222°.50'. 8,6	222°.45'.19,2
Ω	323.16.16,4	323.10.15,9	323.16.11,2
i.....	7.18.28,8	7.19.47,6	7.18.52,7

(A suivre.)

OBSERVATIONS DE PLANÈTES ET DE COMÈTES,

FAITES A L'OBSERVATOIRE DE MARSEILLE;

PAR M. COGGIA.

(Équatorial Eichens de 0^m,26 d'ouverture.)

Dates.	Heure de l'obs. T. m Marseille.	$\Delta R.$	$\Delta P.$	N. dec.	R app.	log. f. p.	P app.	log.
--------	------------------------------------	-------------	-------------	---------	--------	------------	----------	------

Dynamene.

1898.	h	m	s	m	s		h	m	s
AOUT 9.	10.27.48	-2.19,50	-7.7,2	5.5	20.58.51,99	-1,176	109.24.48,7	—0	
13.	11.19.41	-6.8,09	-2.24,2	5.5	20.55.3,42	-3,921	109.29.31,7	—0	
14.	10.2.1	+0.54,31	+2.29,8	5.5	20.54.11,12	-1,234	109.30.27,3	—0	

(40) Harmonia.

OCT. 11.	12.44.29	-3.29,27	+2.28,3	5.5	2.27.12,69	-2,550	82.47.41,2	—0	
----------	----------	----------	---------	-----	------------	--------	------------	----	--

• Brooks.

AOUT 27.	9.10.41	+0.3,08	+5.18,6	5.5	12.39.45,05	+1,739	50.12.3,9	—0	
----------	---------	---------	---------	-----	-------------	--------	-----------	----	--

• Barnard.

OCT. 11.	13.19.27	+1.20,31	+1.9,3	5.5	6.25.14,32	-1,557	82.49.58,7	—0	
12.	16.59.24	-0.44,43	+12.23,9	5.5	6.23.9,61	+3,951	81.1.13,3	—0	
29.	13.49.8	+2.11,58	-10.10,6	5.5	5.35.48,29	-1,126	86.28.31,8	—0	
30.	17.17.16	-2.17,02	+7.20,8	6.6	5.31.19,71	+1,418	86.46.3,2	—0	

Positions des étoiles de comparaison.

★	Gr.	R moy. 1888,0.	Réd. au j.	$\mathcal{U}$ moy. 1888,0.	Réd. au j.	Autorités.
1.	7	21. 1. 9,06	+2,43	109.32. 9,4	-13,5	7330 B. A. C.
2.	7	21. 1. 9,06	+2,45	109.32. 9,4	-13,5	7330 B. A. C.
3.	6	20.53.14,35	+2,46	109.28.10,6	-13,2	7270 B. A. C.
4.	6,5	2.30.39,29	+2,67	82.45.24,8	-11,9	800 B. A. C.
5.	6	12.39.42,45	-0,48	50. 6.51,7	-6,4	4285 B. A. C.
6.	8,5	6.23.52,23	+1,78	82.48.50,2	-0,8	12440 Lalande.
7.	8,5	6.23.52,23	+1,81	82.48.50,2	-0,8	12440 Lalande.
8.	9	5.33.34,23	+2,48	86.38.45,5	-3,1	801 Weisse, H. V.
9.	9	5.33.34,23	+2,50	86.38.45,5	-3,1	801 Weisse, H. V.

OBSERVATIONS DES COMÈTES BARNARD;

PAR M. W. LUTHER, A HAMBOURG.

* Barnard (sept. 2).

	1888.	T. moyen de Hambourg			N app.	log f. p.	(D) app.	log f. p.	★
		h	m	s	h	m	s		
Nov. 7.....		14.22.18			4.53.4,78	8,784	+ 0.52.27,8	0,846	a
9.....		12. 8.32			4.42.14,54	9,055 n	+ 0.14.53,2	0,849	b
10.....		12.46.52			4.36. 9,12	8,616 n	- 0. 5.50,1	0,851	c

1888,0.	Réd. au j.	1888,0.	Réd. au j.	* — *		
4.54.33,84	+2,77	+0.50.13,0	+4,8	B. Z. 39	-1.31,83	+2.10,0
4.41.16,52	+2,83	+0. 9.43,9	+5,3	B. B. VI 848	+0.55,19	+5. 4,0
4.36.42,49	+2,85	-0. 6.21,8	+5,4	B. B. VI 757	-0.36,22	+0.26,3

* Barnard (oct. 30).

	1888.	T. moyen de Hambourg			N app.	log f. p.	(D) app.	log f. p.	★
		h	m	s	h	m	s		
Nov. 5.....		17.11.15			9.51.49,52	9,174 n	-14.24.59,1	0,906	1
6.....		17. 4.58			9.53.14,14	9,189 n	-14.15. 0,8	0,905	2
9.....		16.47.26			9.57.18,80	9,226 n	-13.43.44,3	0,903	3
11.....		16. 8.28			9.59.53,58	9,328 n	-13.22.11,7	0,896	4

1888,0.	Réd. au j.	1888,0.	Réd. au j.	* — *		
9.54. 9,70	+1,24	-14.25. 8,8	-0,2	-2.21,42	+0. 9,9	Lamont 624
9.56.52,78	+1,26	-14.17.49,9	-0,4	-3.39,90	+2.49,5	Lamont 634
9.55.35,85	+1,36	-13.40.39,5	-1,0	+1.41,59	-3. 3,8	B. Z. 227
9.55.58,25	+1,42	-13.24.56,5	-1,3	+3.53,91	+2.46,1	B. Z. 231

ÉPHÉMÉRIDE DE LA PLANÈTE (113) AMALTHÉE

(GRANDEUR 10,9):

PAR M. WILHELM LUTHER, A HAMBOURG.

(Calculée pour 12^h t. m. de Berlin.)

Dates 1899.	R app. h m s	Diff. s	(D) app.	Diff.	log Δ
JANV. 1....	8.55. 4,98		+16. 49.58,4		0,152326
2....	54.28,35	-36,63	54.50,5	+4.52,1	0,150151
3....	53.49,99	38,36	+16.59.50,8	5. 0,3	0,148028
4....	53. 9,94	40,05	+17. 4.59,0	5. 8,2	0,145964
5....	52.28,26	41,68	10.14,9	5.15,9	0,143962
6....	51.44,98	43,28	15.38,2	5.23,3	0,142031
7....	51. 0,15	44,83	21. 8,5	5.30,3	0,140168
8....	50.13,83	46,32	26.45,4	5.36,9	0,138374
9....	49.26,08	47,75	32.28,6	5.43,2	0,136655
10....	48.36,92	49,16	38.17,9	5.49,3	0,135007
11....	47.46,43	50,49	44.12,8	5.54,9	0,133436
JANV. 12....	8.46.54,68	-51,75	-17.50.12,8	+6. 0,0	0,131941
JANV. 13....	8.46. 1,73	-52,95	+17.56.17,6	+6. 4,3	0,130524
14....	45. 7,61	54,12	-18. 2.26,8	6. 9,2	0,129187
15....	44.12,42	55,19	8.39,9	6.13,1	0,127933
16....	43.16,23	56,19	14.56,5	6.16,6	0,126760
17....	42.19,11	57,12	21.16,2	6.19,7	0,125672
18....	41.21,11	58,00	27.38,6	6.22,4	0,124669
19....	40.22,32	58,79	34. 3,1	6.24,5	0,123752
20....	39.22,83	59,49	40.29,3	6.26,2	0,122922
21....	38.22,72	60,11	46.56,8	6.27,5	0,122181
22....	37.22,04	60,68	53.25,1	6.28,3	0,121529
23....	36.20,91	61,13	-18.59.53,7	6.28,6	0,120968
24....	35.19,42	61,49	-19. 6.22,3	6.28,6	0,120496
25....	34.17,65	61,77	12.50,2	6.28,0	0,120115
26....	33.15,67	61,98	19.17,1	6.26,9	0,119826
27....	32.13,60	62,07	25.42,6	6.25,5	0,119629
28....	31.11,52	62,08	32. 6,1	6.23,5	0,119522
29....	30. 9,55	61,97	38.27,3	6.21,2	0,119507
30....	29. 7,77	61,78	44.45,6	6.18,3	0,119584
31....	28. 6,28	61,49	51. 0,6	6.15,0	0,119754
FÉVR. 1....	27. 5,47	61,11	-19.57.12,0	6.11,4	0,120001
2....	26. 4,55	60,62	-20. 3.19,4	6. 7,4	0,12036
3....	25. 4,50	60,05	9.22,4	6. 3,0	0,12079
4....	24. 5,12	59,38	15.20,5	5.58,1	0,12137
5....	23. 6,50	58,69	21.13,5	5.53,0	0,12197
FÉVR. 6....	8.22. 8,75	-57,75	-20.27. 1,0	-5.47,5	0,12267

REVUE DES PUBLICATIONS ASTRONOMIQUES.

KÜSTNER (F.). — NEUE METHODE ZUR BESTIMMUNG DER ABERRATIONS-CONSTANTE, NEBST UNTERSUCHUNGEN UEBER DIE VERÄNDERLICHKEIT DER POLHOHE. Berlin, 1888; in-4°, 59 pages.

BILE (A.). — RICERCHE NUMERICHE SULLA LATITUDINE DEL R. OSSERVATORIO DI CAPODIMONTE. Parte I. Napoli, 1885; in-4°, 162 pages. — Parte II. Napoli, 1888; in-4°, 68 pages.

La méthode de Horrebow (dite aussi *méthode de Talcott*) consiste, comme on le sait, à mesurer la différence des apozénits de deux étoiles qui passent par le méridien à peu près en même temps et à distance égale, l'une au nord, l'autre au sud du zénith. Elle a été proposée pour la détermination de la latitude. M. Küstner a tenté de l'utiliser pour la détermination de la constante de l'aberration. En effet, l'aberration annuelle diminuant l'un des apozénits, tandis que l'autre est augmenté, leur différence se trouvera affectée de la somme des deux aberrations, et les fluctuations de cette différence donneront la constante cherchée par des termes représentant plusieurs fois sa valeur.

Les observations que M. Küstner publie aujourd'hui ont été faites au grand instrument des passages de l'observatoire de Berlin, du 1^{er} avril 1884 au 28 mai 1886. Il ne les donne que comme une première tentative, ayant été empêché de les poursuivre pendant un temps suffisamment long. Elles ont porté sur treize étoiles, associées de manière à former sept couples, tels que le suivant :

	Grandeur.	Al.	(ω).	ζ .
I. { π Hercule	3,0	$17^h 11^m, 0$	$+36^\circ 56', 4$	$15^\circ 33', 9$ S.
{ f Dragon	5,5	$17^h 32^m, 4$	$+68^\circ 12', 5$	$15^\circ 42', 2$ N.

On a observé deux minima de l'aberration, aux printemps des années 1884 et 1885, et un maximum, pendant l'automne de 1884. L'instrument des passages (*Universal transit*) appartient à la catégorie des lunettes à tube brisé; le prisme est solidement fixé dans le tube qui porte l'objectif. L'axe horizontal peut être retourné en deux minutes. Comme il ne s'agit ici que de mesures différentielles, les parties les plus essentielles de l'instrument sont le micromètre oculaire et le niveau zénithal, et l'on voit que la méthode n'exige, au fond, que des moyens très simples. En outre, rien n'empêche de faire ces observations en dehors du méridien, lorsqu'on peut disposer d'un altazimut.

M. Küstner avait placé son instrument dans le méridien. Les diffé-

rences Δz , pour quelques-uns des couples, dépassent 20'. Elles ont été mesurées au micromètre, en retournant toujours la lunette entre les deux passages, et en rapportant les étoiles à deux fils mobiles, pris pour repères, dont l'intervalle (à peu près égal à la distance Δz) était connu d'avance, de sorte qu'il ne restait plus qu'à ajouter quelques tours de vis. Nous ne suivrons pas l'auteur dans les détails très circonstanciés de ses recherches préliminaires qui avaient pour but la détermination des constantes du micromètre (p. 8-26). Contentons-nous de dire ici que la discussion des observations lui a donné, pour la correction cherchée du nombre de Struve, des valeurs comprises entre $-0'',055$ et $-0'',289$, en moyenne $-0'',132$, avec une erreur probable de $0'',01$ à $0'',02$.

Ce résultat était d'autant plus inattendu que M. Nyrén avait trouvé, par la discussion des observations de Poulkova, une correction positive de $+0'',05$. M. Küstner ne voit d'autre explication plausible de cette anomalie que l'hypothèse d'une variation de la latitude. Il lui semble démontré que la latitude de Berlin a été, au printemps 1884, de $0'',20$ plus forte qu'au printemps suivant.

Ce n'est pas la première fois que le soupçon d'une variabilité possible de la latitude s'est présenté à l'esprit des astronomes. Nous parlerons plus loin des raisons théoriques qui le justifient; mais citons d'abord quelques exemples de variations observées.

Carlo Brioschi, en 1820, et Fergola, en 1871, émettent des doutes sur la constance de la latitude de l'observatoire de Naples; Brioschi parle d'une variation périodique et séculaire. Le même sujet a été traité par M. A. Nobile, dans trois Mémoires que j'ai sous les yeux, grâce à l'obligeance de l'auteur. Dans le premier ⁽¹⁾, M. Nobile donne les résultats d'une nouvelle détermination de la latitude de l'observatoire de Naples, obtenue par des passages méridiens d'étoiles culminant à égale distance de part et d'autre du zénith (comme dans la méthode de Horrebow). Il trouve, pour la latitude, un nombre qui diffère à peine de celui de Fergola. La latitude de Brioschi est trop forte d'environ 1"; mais une nouvelle réduction de ses observations conduit à un résultat qui s'accorde suffisamment avec les précédents, ce qui exclut l'hypothèse d'une diminution séculaire comme celle qui avait été soupçonnée à Greenwich. Dans le second Mémoire ⁽²⁾, dont le troisième forme le complément, M. Nobile arrive à cette conclusion, que la latitude est sujette à une variation

(1) *Terza determinazione della latitudine geografica del R. Osservatorio di Capodimonte*. Napoli, 1883; in-4°, 66 pages.

(2) *Ricerche numeriche sulla latitudine del R. Oss. di Capodimonte*. Parte I. 1885; Parte II. 1888.

annuelle. Cette opinion est fondée sur la comparaison des trois latitudes obtenues successivement en mai, juillet et octobre 1884 :

$$40^{\circ}51'44'',40; \quad 40^{\circ}51'45'',19; \quad 40^{\circ}51'45'',62.$$

Au mois de janvier 1883, il avait trouvé $40^{\circ}51'45'',56$; au mois de février, $40^{\circ}51'45'',39$.

Les distances zénithales de M. Nobile reposent sur des déterminations absolues (lectures faites d'après la méthode de la réitération, et combinées avec l'observation du nadir), tandis que Fergola avait fait (comme M. Küstner) des mesures micrométriques différentielles. Or les déterminations absolues sont sujettes à des causes d'erreur, d'origine physiologique. Ainsi l'on sait que l'observation du nadir donne souvent des résultats différents, suivant qu'elle est faite face au Nord ou face au Sud; à Strasbourg, M. Schur a trouvé un écart de $1''$ (*Bull.*, III, p. 375). M. Nobile a constaté que, pour lui, cet écart était de $0'',38$, et il a corrigé de $0'',19$ les résultats, obtenus généralement face au Sud, pour les ramener à la moyenne. Il y a, pareillement, un écart sensible entre les distances zénithales observées dans les deux positions. Dans le Mémoire de M. Nobile, *o. p.* (*occhio alla plaga*) signifie face au S., étoile S., ou bien face au N., étoile N.; *o. c. p.* (*occhio contro la plaga*) signifie face S., étoile N., ou bien face N., étoile S. En comparant entre elles les déclinaisons déduites d'observations directes, M. Nobile trouve (p. 113) les corrections suivantes des distances zénithales :

<i>O. p.</i>	Étoile S., face S	$-0'',43$
»	» N., » N.....	$-0'',21$
<i>O. c. p.</i>	» S., » N.....	$+0'',11$
»	» N., » S.....	$+0'',48$

Par une série d'expériences, instituées en décembre 1884, en faisant alterner la vision directe (*o. p.*) et la vision horizontale par le moyen d'un prisme, accolé à l'oculaire, il a trouvé les écarts moyens suivants (vis. hor. — vis. dir.) :

Étoile N.....	$+1'',74$
Étoile S.....	$-0'',44$

d'où il résulte que le prisme déplace toutes les étoiles vers le Nord. Bien que les observations aient été faites, tour à tour, face au N. et face au S., la variabilité de l'erreur de pointé a pu être pour quelque chose dans les fluctuations apparentes des latitudes observées.

M. Nobile a examiné, au même point de vue, les matériaux fournis par d'autres observateurs. Dans les observations de Brioschi, la marche annuelle est à peine accusée. En revanche, les observations faites à

Milan par MM. Celoria et Rayna, que M. Nobile examine en semblent indiquer, comme les siennes, l'existence d'un minimum tombe au mois de mai. Il discute encore, au même point de vue, les observations de Poulkova, de Greenwich, d'Oxford et de Washington. Poulkova ne lui donne rien; pour Greenwich, les courbes qu'il trace ressortir l'existence d'un minimum de la latitude vers décembre ou janvier, avec un maximum qui correspond aux mois d'été. A Washington un minimum se dessine également vers la fin de l'année; à Oxford constate un maximum d'automne. Les résultats les plus caractéristiques sont ceux qui se déduisent des observations de Greenwich, en forme pour vingt et une années consécutives, les moyennes mensuelles culminations supérieures et inférieures de la Polaire. Après avoir construit les courbes des variations de la latitude pour chacune des années considérées, M. Nobile prend séparément la moyenne pour les années paires et pour les années impaires, ce qui lui donne deux courbes accusées et parfaitement semblables, puis finalement la moyenne générale. Voici les ordonnées de ces courbes, dont l'aspect est frappant :

Mois.	Années		Moy. générale.	Nombre des observ.
	paires ⁽¹⁾ 1862-1882.	impaires ⁽²⁾ 1863-1881.		
Janvier.	— 0,11	— 0,33	— 0,21	122
Février.	+ 0,27	+ 0,22	+ 0,26	58
Mars.	+ 0,12	+ 0,11	+ 0,12	170
Avril.	+ 0,24	+ 0,36	+ 0,29	264
Mai.	+ 0,04	+ 0,05	+ 0,04	297
Juin.	+ 0,25	+ 0,28	+ 0,26	244
Juillet.	+ 0,65	+ 0,71	+ 0,67	136
Août.	+ 0,73	+ 0,64	+ 0,69	105
Septembre.	+ 0,38	+ 0,16	+ 0,30	207
Octobre.	+ 0,14	+ 0,05	+ 0,10	258
Novembre.	— 0,21	+ 0,01	— 0,11	246
Décembre.	— 0,29	— 0,25	— 0,27	191
Amplitude.	1,02	1,04	0,96	

Dans le Mémoire de 1888, M. Nobile examine encore trois années d'observations de l'étoile α Grande Ourse, faites à Greenwich, qui confirment les résultats précédents. Toutefois il est clair que la discussion des matériaux de cette nature soulève beaucoup de difficultés, les ob-

(¹) A cause de certaines lacunes, ce groupe comprend les années 1862, 1868, 1870, 1873, 1875, 1877, 1880, 1882.

(²) 1863, 1865, 1869, 1872, 1874, 1876, 1879, 1881.

vations n'ayant pas été instituées *ad hoc* ⁽¹⁾. Celles que M. Nobile a effectuées lui-même à Naples, en 1885, ont, en grande partie, un caractère différentiel, en ce sens qu'elles ont été faites sans changer la position du cercle. Elles paraissent confirmer, en général, l'existence d'un minimum de la latitude au mois de mai. Les conclusions de M. Nobile sont cependant très réservées. Il fait remarquer que sa méthode laisse encore place à des doutes sur la vraie grandeur de la variation soupçonnée, parce que les déclinaisons des étoiles employées peuvent être affectées d'erreurs provenant de la variabilité des latitudes où elles ont été déterminées. Il est donc possible que les maxima et les minima apparents qui se déduisent des observations ne coïncident pas avec les véritables. M. Nobile a aussi continué l'étude des erreurs physiologiques avec lesquelles il faut compter dans ces sortes d'observations et dont nous avons déjà parlé plus haut.

Rappelons maintenant les recherches de Peters sur les variations de la latitude de Poulkova (1844) et les recherches analogues de M. Nyrén, consignées dans son Mémoire, *Die Polhöhe von Pulkowa* (1873). Plus tard, M. Nyrén, à l'occasion de ses recherches sur l'aberration des fixes, a constaté, dans les séries d'observations effectuées par lui à Poulkova, des discordances qui ont fait naître également le soupçon d'une variation annuelle de la latitude. Il s'agit ici de passages observés dans le premier vertical, de 1879 à 1882. Les causes possibles de la marche systématique des distances zénithales avaient été longuement discutées par M. Nyrén lui-même et par M. Gill (*Monthly Notices*, t. XLIV). M. L. de Ball, qui avait tenté d'utiliser ces données pour une détermination de la nutation diurne, fit remarquer que l'anomalie singulière que M. Nyrén avait rencontrée dans ses observations de 1881 s'était également présentée à lui, dans les passages au premier vertical, observés à Gotha, de 1879 à 1881, avec le vieux cercle de Ramsden (*A. N.*, 2595). En comparant, pour chaque étoile, la moyenne des déclinaisons observées en 1879 et 1880 aux déclinaisons de 1881, M. de Ball avait trouvé ces dernières, en moyenne, plus faibles de 0",20 que les premières, comme le montre le Tableau suivant :

				N. d'étoiles.	
Décl.	1881,0-81,1	- 1879-80 =	- 0,05	± 0,12	11
	81,1-81,2	»	- 0,40	± 0,08	25
	81,2-81,3	»	- 0,23	± 0,10	17
	81,3-81,4	»	- 0,20	± 0,14	8
	81,6-81,7	»	- 0,02	± 0,11	14

(1) Les observations de la Polaire, faites à Greenwich, avaient été déjà discutées sous ce rapport, avec peu de succès il est vrai, par Clerk Maxwell pour les années 1851-1854 (*Edinb. R. S. Trans.*, t. XXI), et par M. Downing pour les années 1868-1877 (*Monthly Notices*, t. XL, 1880).

M. de Ball ajoutait que la correction de la constante de Struve qui résultait des observations de Nyrén, faites pendant l'automne de 1880 et le printemps de 1881, s'accordait avec celle fournie par le printemps et l'automne de 1880, lorsqu'on introduisait une nouvelle inconnue, à savoir une différence constante entre les déclinaisons (distances zénithales) de l'automne 1880 et du printemps 1881. Pour la valeur numérique de cette différence, M. de Ball trouvait

$$\Delta\delta(1881 \text{ pr.}-1880 \text{ aut.}) = -0'',28 \quad \pm 0'',03.$$

M. Küstner, dans le Mémoire que nous avons sous les yeux, reprend la question au point où l'avait laissée M. de Ball. S'étant rappelé qu'il avait lui-même observé un certain nombre de passages dans le premier vertical, aux printemps des années 1880 et 1881, il a consulté son journal d'observation et le cahier des réductions, et a retrouvé, à sa grande surprise, une note complètement oubliée, constatant qu'il y avait une différence constante entre les résultats des deux années. Pour les six étoiles communes aux deux séries, la différence varie entre $+0'',02$ et $+0'',34$; en moyenne, on aurait (pour les distances zénithales $\varphi - \delta$) :

$$\Delta(1881-1882) = +0'',203 \quad \pm 0'',030.$$

M. Küstner n'hésite pas à conclure de ces faits que la latitude des observatoires de Poulkova, de Berlin et de Gotha a été, au printemps de 1881, d'environ $0'',20$ plus forte qu'en 1880 et 1882. Ce qui le confirme dans cette opinion, c'est qu'une variation de cette nature suffit pour faire disparaître la marche systématique des résultats de M. Nyrén et la variation apparente de la constante d'aberration avec les ascensions droites des étoiles. En effet, cette marche disparaît complètement en admettant que la latitude a augmenté depuis le mois de décembre 1880 ($+0'',05$) jusqu'au printemps de 1881 ($+0'',20$) pour diminuer ensuite jusqu'au mois d'août ($+0'',05$), où elle redevient constante. On trouve ainsi, pour la correction de la constante A, les valeurs suivantes, beaucoup plus concordantes que celles de M. Nyrén :

A.	Nyrén.	Küstner.
$0-6^h$	$+0'',066$	$+0'',093$
$6-12$	$-0'',067$	$+0'',015$
$12-18$	$+0'',163$	$+0'',130$
$18-24$	$+0'',127$	$+0'',057$

L'accord devient encore plus sensible par un groupement différent. En moyenne $dA = +0'',081$, au lieu de $+0'',072$.

C'est aussi à des variations de la latitude qu'il faut attribuer, selon M. Küstner, les discordances des valeurs de A, récemment déduites par

M. A. Hall des observations de α Lyre, faites dans le premier vertical, à Washington, de 1862 à 1867.

M. de Ball a, de son côté, poursuivi l'examen de la question, et il est arrivé à des résultats intéressants, qu'il a bien voulu nous communiquer. Ayant comparé les déclinaisons observées à Oxford (Radcliffe Observatory), dans le courant de l'année 1881, avec les moyennes des déclinaisons de 1880 (prises pour chaque étoile), il a obtenu des différences systématiques dont les moyennes mensuelles figurent dans le Tableau suivant (on a, dans une certaine mesure, tenu compte du nombre des observations). En regard, M. de Ball a placé les valeurs de $\Delta\delta(-\Delta\varphi)$ adoptées par M. Küstner pour Poulkova, et celles qu'il avait obtenues lui-même à Gotha.

1881.	Poulkova.	Oxford.	N. des différ.	Gotha.
Janvier	—0,10	—0,36	34	—0,05 (1881,05)
Février	—0,15	—0,87	17	—0,40 (1881,15)
Mars	—0,20	—0,37	106	—0,23 (1881,25)
Avril	—0,20	—0,40	61	...
Mai	—0,18	—0,20	90	—0,20 (1881,35)
Juin	—0,15	—0,15	38	...
Juillet	—0,10	—0,33	54	...
Août	—0,05	+0,49	44	—0,02 (1881,65)
Septembre	0,00	—0,03	41	
Octobre		+0,27	54	
Novembre		+0,57	44	
Décembre		+0,35	21	

Ces trois séries donnent (pour la latitude) un *maximum* de printemps. M. Nobile, en examinant douze années d'observations d'Oxford (1865-1876), a trouvé des indices d'un maximum d'automne, mais les résultats ne sont pas très nets; quelques étoiles (par exemple la Polaire) indiqueraient plutôt une diminution de la latitude à l'approche de l'automne.

Maintenant, quelle est la cause des variations de la latitude, dont la réalité devient de plus en plus probable? Il paraît difficile de les expliquer par des changements de la verticale, par des variations locales de la direction de la pesanteur. M. Küstner pense qu'on doit les attribuer à un déplacement angulaire du globe par rapport à son axe de rotation, qui reste invariable dans l'espace, mais ne coïncide pas toujours avec le même diamètre terrestre. Il s'agirait donc ici de fluctuations, plus ou moins irrégulières, de l'axe d'inertie principal autour de l'axe de rotation, sous l'influence de phénomènes météorologiques ou souterrains. M. Helmert, dans son *Traité de Géodésie supérieure* (t. II, Chap. V), admet l'existence de ces fluctuations, mais ne croit pas qu'elles puissent

excéder quelques centièmes de seconde. Au contraire, Sir William Thomson ⁽¹⁾ estime qu'elles pourraient très bien atteindre 0",5.

On sait d'ailleurs que déjà Euler admettait la non-coïncidence de l'axe de rotation de la Terre avec son axe de figure (ou plutôt avec l'axe d'inertie polaire); l'un décrit autour de l'autre un cône, avec un temps de révolution de 10 mois. Peters a tenté, le premier, de déterminer l'ouverture de ce cône, qu'il a trouvée égale à 0",08. M. Nyrén, dans ses Recherches sur la latitude de Poulkova, arrive à un résultat semblable; de même, M. Downing, par la discussion des observations de la Polaire, faites à Greenwich de 1868 à 1877 ⁽²⁾. Toutefois, dans les longues séries de distances zénithales de la Polaire, observées au cercle vertical de Poulkova par Peters (1842-1844), par M. Gylden (1863-1870) et par M. Nyrén (1871-1873), la période de 306 jours ne se révèle que très imparfaitement, et Sir William Thomson a fait remarquer qu'il devait en être ainsi, l'amplitude et la phase de ce mouvement d'oscillation étant sujettes à d'incessantes perturbations accidentelles, dont la cause réside dans les vicissitudes des phénomènes météorologiques ⁽³⁾.

La conclusion de M. Küstner, comme de M. Nobile, c'est que la latitude géographique n'est pas une constante proprement dite, mais une quantité variable, dont on peut seulement assigner la valeur moyenne pour une époque donnée. Il convient peut-être de rappeler ici les difficultés qu'a toujours rencontrées la détermination exacte de la latitude de l'observatoire de Paris, mais en ajoutant que la part d'influence qu'il faut attribuer aux irrégularités de la réfraction et surtout de la flexion est encore imparfaitement élucidée, comme le montrent les récentes études de M. Périgaud.

R. R.

HIMMEL UND ERDE. — POPULÄRE ILLUSTRIRTE MONATSSCHRIFT, HERAUSGEGEBEN VON DER GESELLSCHAFT URANIA. Berlin, H. Paetel. Première année, n° 1, octobre 1888.

Il s'est constitué à Berlin, sous le nom d'*Urania*, une Société par actions, dont le but, hautement proclamé, est de répandre le goût des Sciences naturelles. Elle fait construire, dans le voisinage de la gare de

⁽¹⁾ *American Journal of Science*, t. XII, 1876. Voir aussi les Mémoires de M. Gylden (*Recherches sur la rotation de la Terre*, 1871) et de M. G.-H. Darwin (*Influence of geological changes on the Earth's axis of rotation*, 1877).

⁽²⁾ *On the possible ten-month period of variation in latitude* (*Monthly Notices*, mai 1880).

⁽³⁾ Une brochure de M. J. Bourlot, intitulée : *Esquisse d'une étude sur les variations de latitude et de climat dans la région française* (Paris et Colmar, 1865), ne contient rien qu'il y ait lieu de citer ici.

Lehrte, un vaste bâtiment qui contiendra une salle d'exposition, un amphithéâtre pour des conférences accompagnées de projections, et un observatoire populaire muni d'une foule d'instruments, dont le plus grand sera un réfracteur de 12 pouces. C'est sous les auspices de cette Société que paraît la Revue populaire *Himmel und Erde* (*Ciel et Terre*), dont la direction a été confiée à un astronome connu par des travaux personnels d'une grande valeur, M. Wilhelm Meyer. Ce Recueil, dont nous avons sous les yeux le premier numéro, et qui paraîtra régulièrement chaque mois, sera consacré, avant tout, à l'Astronomie et à la Physique du globe. En tête du numéro, nous trouvons un « essai » de M. Schiaparelli sur *les phénomènes visibles à la surface de la planète Mars*, avec deux belles cartes en couleur, où sont figurés les mystérieux canaux qui exercent, en ce moment, la sagacité des explorateurs du ciel. Ensuite M. Foerster, l'éminent directeur de l'observatoire de Berlin et l'un des principaux promoteurs de l'entreprise, expose, dans un langage élevé, l'objet de la vulgarisation des sciences et les services que l'on est en droit d'attendre d'un Recueil sérieusement rédigé. La nouvelle Revue s'est, en effet, assuré des collaborateurs surtout parmi les savants de profession. M. W. Meyer vient, à son tour, rendre compte de la manière dont se réalise peu à peu le programme de l'*Urania*; des gravures représentent le plan et la façade du bâtiment en cours de construction. M. H. Samter a condensé, dans un article de 12 pages, une revue des nouveautés astronomiques, qui se lirait peut-être avec plus de fruit si ces grandes pages étaient découpées en paragraphes, avec des sous-titres. Puis viennent une série de Notices : sur la comète Sawerthal (avec figures), sur l'éclipse de Soleil du 19 août 1887, sur les phénomènes célestes du mois d'octobre, etc., et des comptes rendus bibliographiques concernant des ouvrages de Géologie et de Météorologie.

Au point de vue de l'exécution matérielle, le nouveau Recueil ne laisse rien à désirer, et les noms des collaborateurs, comme celui de l'éditeur, en garantissent le succès.

R.

P. S. — Dans le dernier numéro des *Astr. Nachr.*, M. Helmert annonce que les quatre observatoires de Berlin, Potsdam, Prague et Strasbourg se proposent d'entreprendre en commun des recherches suivies sur les variations de la latitude.

Brester (D^r A.). — Essai d'une explication chimique des principaux phénomènes stellaires. Delft, 1888. 27 pages in-8.

Le principe commun aux différentes explications se trouverait dans la

structure stratifiée des astres et dans les alternatives de dissociation et de refroidissement des matières superficielles enveloppées d'épaisses atmosphères.

Van der Stok (Dr J.-P.). — On the period of the rotation of the Sun as determined by meteorological data. Overgedrukt uit het Natuurkundig Tijdschrift voor Nederlandsch-Indië. Deel XLVIII, Aflevering 2. Batavia, 1888. 33 pages in-8.

L'auteur a discuté vingt et une années d'observations faites à Batavia et relatives aux valeurs moyennes diurnes du baromètre et du thermomètre, ainsi qu'à leurs variations. Une méthode spéciale, différente de celle de Hornstein, conduit à des valeurs assez concordantes de la période moyenne 25^h,812, les amplitudes étant respectivement de quelques centièmes de millimètre et de quelques dixièmes de degré.

Pour avoir une idée de la précision des résultats obtenus, l'auteur a traité par la même méthode les observations barométriques horaires d'une année, en se proposant d'en déduire la durée de la révolution synodique de la Lune autour de la Terre; il arrive à cette conclusion que le nombre 25^h,812 est très approché. La fin de cet intéressant travail est consacrée à une comparaison du nombre ci-dessus avec les périodes déduites des taches et des observations magnétiques.

Hans Stadthagen (Dr). — Ueber die Genauigkeit logarithmischer Berechnungen. Berlin, 1888. 82 pages in-8.

Quelle précision peut se promettre le calculateur en employant dans des cas donnés les Tables de logarithmes à 5, 6, ... décimales? Telle est la question étudiée en détail par l'auteur après Bremiker (*De erroribus quibus computationes logarithmicæ afficiuntur*), et d'une importance évidente pour la pratique.

Messer (J.). — Stern Atlas. Saint-Petersbourg, 1888. 176 pages in-8, avec nombreuses cartes et figures.

Cet Atlas contient toutes les étoiles visibles à l'œil nu jusqu'à 35° de déclinaison australe, avec l'indication des étoiles variables, des étoiles doubles, des amas et des nébuleuses qu'on peut observer à l'œil nu ou avec des lunettes ordinaires. Il y a 27 Cartes célestes et de nombreuses gravures sur bois, quelques-unes d'après les plus nouvelles photographies célestes de MM. Henry.

O. C.

THE OBSERVATORY.

Octobre-Novembre 1888.

Wesley (W.-H.). — La Couronne de 1886.

Comparaison de l'épreuve obtenue par M. W.-H. Pickering avec d'autres dessins faits en Angleterre.

Kott (G.). — Biographie de Inō Tadayoshi, ingénieur japonais.

Noble (W.). — Notice sur Richard-A. Proctor.

Né en 1837, Richard-A. Proctor est mort le 12 septembre dernier. Ses ouvrages ont contribué à populariser l'Astronomie.

Spitta (Edmund-J.). — Moyen simple pour éclairer avec l'électricité le champ d'une lunette.

L'auteur décrit un arrangement à la portée des amateurs, qui n'exige pas l'intervention d'un ouvrier habile. Une Note des éditeurs concerne les expériences d'éclairage électrique faites à Greenwich.

Common (A.-A.). — Photographie de nébuleuses.

Les récents travaux de M. de Gothard, exécutés avec un télescope de 10 pouces d'ouverture (*Bulletin*, V, p. 506), paraissent pleins de promesses pour l'avenir; ils témoignent aussi que des grands instruments ne sont pas indispensables. M. Common n'oublie pas de citer la belle photographie des Pléiades de MM. Henry, sur laquelle apparaissent de curieuses nébuleuses, ainsi que les photographies de M. Roberts.

Todd (D.-P.). — Notice sur les lunettes et les constructeurs américains à partir de 1826.

Météorologie de l'été de 1888.

Denning (W.-F.). — Notes sur les météores.

Elger (T.-G.). — Notes sélénographiques.

Lynn (W.-T.). — Sur la comète de 1666. — Anciennes éclipses

de Lune. — Prétendue éclipse de Soleil le jour de la bataille de Crécy.

Johnson (S.-J.). — Arcs-en-ciel lunaires. — Occultation d'une étoile de la constellation des Poissons.

L'auteur a vu un arc-en-ciel lunaire dans la nuit du 28 août dernier. Deux citations sont ajoutées à propos d'anciennes observations en 1557 et 1710.

Hunt (George). — δ Cygne. — A propos des volcans de la Lune observés par Sir William Herschel.

M. Hunt a vu, en 1863, qu'un point du *terminateur* brillait d'un éclat extraordinaire. L'observation est consignée dans l'ouvrage bien connu de Webb (4^e édition, p. 108). Dans le dernier numéro du *Bulletin*, p. 502, M. Holden a rattaché à ces apparences les observations de Sir William Herschel.

Booth (David). — Le radiant des Perséides.

Le Tableau suivant résume les observations de M. Denning et de l'auteur, à Leeds :

Bristol.			Leeds		
1880. Août	8.....	$41^0 \pm 55''$	1888. Août	8.....	$42^0 \pm 57\frac{1}{2}''$
1887. »	8.....	43 ± 56	»	13.....	$51\frac{1}{2} \dots 56$
1888. »	8.....	42 ± 57	»	14.....	$55 \dots 59\frac{1}{2}$
1885. »	13.....	51 ± 58	»	15.....	$58\frac{1}{2} \pm 59\frac{1}{2}$
1888. »	13.....	52 ± 57			
1887. »	14.....	53 ± 57			
1877. »	16.....	$60 \dots 59$			

Il en résulte clairement que le point radiant marche vers l'Est.

Denning (W.-F.). — Mouvement de la tache rouge sur Jupiter.

La durée de rotation fournie par l'opposition de 1888 est, pour M. Denning, de $9^h 55^m 40^s.2$: elle était de $9^h 55^m 34^s$ en 1879 et a augmenté de 1879 à 1885-86, la durée étant alors $9^h 55^m 41^s.1$. Il faut attendre les observations de l'hémisphère austral.

Observatoires. Publications.

Annales de l'observatoire d'Harvard College, t. XVIII. Parties III, IV et V.

La Partie III (43 pages) contient un travail sur l'observation photométrique des astéroïdes par M. Henry M. Parkhurst (*Bulletin*, V, 264).

Quelques conséquences importantes se dégagent du travail intéressant M. Parkhurst.

L'ensemble des observations (au nombre de 475) montre qu'on n'a pas pu atteindre, pour les astéroïdes pris comme étalons photométriques, d'erreurs systématiques notables provenant des fluctuations de la lumière du soleil réfléchie.

Les astéroïdes ne paraissent pas avoir de lumière propre; les discordances qui subsistent, après qu'on a tenu compte de la phase, sont généralement très petites.

Les planètes (40) et (42) offrent des discordances excessives, tenant aisemblablement à la rotation.

Provisoirement comme elles sont, les recherches de M. Parkhurst n'en ont pas moins un véritable intérêt.

La Partie IV est consacrée aux observations de l'éclipse de Lune du 17 janvier. Dans la Partie V (25 pages et plusieurs planches), M. W.-H. Pickering discute ses observations de l'éclipse totale de Soleil du 29 août 1866, à Grenade. L'auteur, frère du directeur de l'observatoire d'Harvard, apporte dans la discussion une compétence particulière (*Bulletin*, II, 475-580), et son travail se recommande de lui-même.

(David). — Article de l'*Encyclopedia britannica* relatif aux lunettes. 10 pages et 39 figures.

La Monographie du Dr Gill est pleine de faits et d'indications; on peut juger par le sommaire suivant :

Historique. — Précurseurs de Galilée, Huygens, Cassini. Télescopes à réflexion de Newton, Hadley, James Short. Invention de la lunette chromatique (Chester M. Hall, Dollond) et travaux d'Euler et de Bingenstierna. Fabrication des verres pour l'Optique : Guinand et ses successeurs.

Les différents genres d'instruments et le principe de leur construction sont classés par ordre :

Réfracteur. — Calculs pour la construction de l'objectif achromatique; aberration chromatique pour différents opticiens. Objectifs photographiques; objectifs triples; séparation des deux verres d'un objectif.

Verres modifiés par l'acide titanique et l'acide borique; travaux de Strömer et d'Abbe, à Iéna....

Oculaires. — Avantages de l'oculaire d'Huygens. Oculaire ordinaire positif; oculaire terrestre à quatre verres. Travaux d'Airy. Oculaires perfectionnés des D^{rs} H. et O. Schröder.

Réfecteurs. — Leurs formes diverses.

Détails pratiques sur la construction des objectifs et des miroirs. — Les sources de renseignements sont indiquées peut-être trop succinctement; il est à peine fait mention des travaux classiques de Foucault.

Monture des instruments. — Chapitre plein de détails où les principaux types d'instruments sont passés en revue, depuis la forme rudimentaire de l'équatorial jusqu'aux réfracteurs de Poulkova et de l'observatoire Lick et à l'équatorial coudé de M. Læwy. Les deux derniers paragraphes indiquent brièvement le réglage de l'équatorial et les différents systèmes de régulateurs pour le mouvement d'entraînement.

Gore. — Études planétaires et stellaires.

L'auteur vient de réunir en un volume ses études intéressantes sur l'Astronomie stellaire et planétaire, dont nous avons eu l'occasion déjà de parler aux lecteurs du *Bulletin*.

Bulletin du Comité international permanent pour l'exécution photographique de la Carte du ciel; 2^e fascicule.

Il en sera rendu compte dans une autre partie du *Bulletin*.

Nouvel Atlas céleste.

On annonce une édition anglaise de l'Atlas céleste du D^r H.-J. Klein, de Cologne.

Notes.

Recherches récentes sur la réflexion diffuse.

M. Seeliger a poursuivi ses recherches sur la réflexion diffuse de la lumière; les résultats ont été confirmés par M. Messerschmitt.

Cf. SEELIGER : *Zur Photometrie zerstreut reflectirender Substanzen* (König. bayer. Akad. der Wiss., 1888. Heft 2); — MESSERSCHMITT : *Ueber diffuse Reflexion* (Annalen der Physik und Chemie, N. F. Bd. XXXIV; 1888).

Vacillation des étoiles.

Le fait signalé par M. Weyer (*Bulletin*, V, p. 324) peut être rapproché d'autres observations.

Un correspondant du journal anglais *Nature* signale des vacillations de la Lune (1888, mai 31, p. 102).

M. W.-H. Maw (*Observatory*, p. 404) a été témoin de plusieurs phénomènes de ce genre, qui se sont produits toujours dans les mêmes conditions : l'objet est brillant et se détache sur un ciel clair; le rayon lumineux est peu incliné sur l'horizon; sur son passage, il y a une distribution anormale des températures.

M. Weyer remarque que l'étoile vue avec une lunette ne vacillait plus.

M. Maw a constaté, sur Jupiter, que les oscillations étaient en effet moins saillantes dans une lunette, mais cependant très fortes.

Photographie astronomique.

Le Congrès astrophotographique s'est occupé exclusivement de l'exécution de la Carte photographique du ciel.

MM. Janssen et Common se proposent de constituer un Comité qui envisagera les autres applications de la Photographie.

La date de la réunion du futur Comité sera fixée ultérieurement.

Il est fait appel à tous ceux qui s'intéressent à la Photographie céleste.

Observations récentes de Mars.

M. Niesten a suivi Mars avec le réfracteur de 15 pouces de l'observatoire de Bruxelles. Ses observations ne confirmeraient pas celles de M. Perrotin sur la submersion d'une partie de Mars. Nous aurons à revenir sur ce point, à propos des observations de M. Holden.

Bibliographie de la Météorologie.

M. C.-J. Sawyer, du *Signal Service* des États Unis, vient de terminer cette bibliographie, qui va jusqu'à la fin de 1881. Elle renferme 50000 titres indépendants.

Opposition d'Iris.

Le Dr Gill s'occupe de la détermination héliométrique de la parallaxe du Soleil au moyen d'Iris, de concert avec plusieurs observatoires de l'hémisphère boréal. 28 étoiles de comparaison ont été choisies par lui.

Déterminations de longitudes.

L'*Observatory* mentionne des expériences comparatives de la valeur du sextant et du cercle méridien portatif pour obtenir avec précision l'heure locale.

M. Perrin, lieutenant de vaisseau, a aussi mis en évidence la valeur du sextant, dans un Mémoire qui sera analysé prochainement.

Le Bureau de Navigation des États-Unis doit envoyer une expédition, pour déterminer les longitudes des méridiens secondaires dans l'Amérique centrale.

Il paraît que lord Crawford vient d'offrir les instruments et l'outillage de l'observatoire de Dun-Echt au gouvernement, pour créer un nouvel établissement près d'Édimbourg. On se rappelle que M. Piazz Smyth a pris sa retraite de directeur de l'ancien observatoire d'Édimbourg, en déclarant que les moyens de travail y étaient devenus insuffisants.

Le télescope de M. Common, de 5 pieds d'ouverture, a commencé à fonctionner. Nombre de nébuleuses nouvelles ont été découvertes dans la première nuit d'observation.

O. C.

VARIÉTÉS.

RECHERCHES SUR LES SPECTRES DES MÉTÉORITES;

PAR M. J.-NORMAN LOCKYER, F. R. S. (1).

[Suite et fin (2).]

La présence simultanée de l'hydrogène et du carbone caractérise les essaims complexes.

Si nous admettons que les étoiles dites *nouvelles* sont dues à une augmentation d'éclat produite par les collisions dans les essaims de météores, nous sommes en droit de supposer que les phénomènes observés dans ces corps sont d'une nature complexe, puisque, dans les régions intérieures, où les météorites sont plus rapprochées, les collisions seraient plus fréquentes, tandis qu'elles

(1) Traduit de l'anglais, des *Proceedings of the Royal Society of London*, vol. XLIII, par M^{lle} D. Klumpke.

(2) Voir le *Bulletin*, t. V, p. 498, 460, 512.

seraient beaucoup plus rares dans les régions extérieures des essaims. En fait, nous devons avoir dans une région les caractères que présente la classe III *a*, et dans une autre ceux de γ Cassiopée. J'ai fait, plus haut, l'étude des cannelures du spectre de *Nova Orionis* et j'ai prouvé que là, au moins, nous trouvons le rayonnement du carbone et l'absorption du manganèse. Mais dans ce spectre cannelé, on a observé encore, nous en avons la preuve, des lignes brillantes D₃ et F; la raie C n'a pas été mentionnée (1).

Nous trouvons ici, je crois, la vraie cause de la variabilité des étoiles à longue période. Dans la classe III *a*, sur 100 étoiles, il y en a 12 variables; il y en a 9 sur 100 dans la classe III *b*. Dans le premier cas, des essaims de météorites produisent l'augmentation d'éclat en se heurtant contre les météorites de l'essaim qui se condense; dans le second, cette augmentation d'éclat des météorites est produite au moment de leur passage au périastre, l'un des essaims circulant autour de l'autre qui est obscur et condensé. Il n'existe pas de variabilité (ce mot étant pris dans son acception ordinaire) dans le spectre des étoiles telles que le Soleil et α Lyre; on s'en rend facilement compte maintenant.

Conditions des collisions des météorites.

Corps simples le plus souvent observés dans les météorites.

Il est bon, je le crois, de rappeler ici brièvement les principaux corps que l'on rencontre dans les météorites. Nous verrons ainsi pourquoi nous devons recourir, à chaque instant, aux spectres du magnésium, du fer et du manganèse.

SIDÉRITES.

Ni-Fe, Cu, Mn.

Troïlite = FeS.

Graphite.

Schreibersite = phosphore de fer et de nickel.

Daubréite = FeS, CrS.

(1) KONKOLY, *Astronomische Nachrichten*, n° 2712, D, et F; Ricco indique D, dans les *Astronomische Nachrichten*, n° 2707.

SIDÉROLITES.

Chondritiques.

2. Non carbonées : Olivine = chrysolite = périclase, $2(\text{Mg Fe})\text{O}^2\text{Si} = 41,3 \text{ SiO}_2$;
50,9 MgO ; 7,7 FeO.

Enstatite $\text{MgO}^2\text{Si} = 60 \text{ SiO}_2$; 40 MgO.

Bronzite = Enstatite où du Mg est remplacé par du Fe.

Ni-Fe, Mg.

Troïlite.

Chromite = 32 FeO , $68 \text{ Cr}^2\text{O}^3$, Al, Mg.

Augite = pyroxène, 55 SiO_2 , 23 CaO , 16 MgO , $0,5 \text{ MnO}$, 4 FeO .

Silicates de calcium, de sodium et d'aluminium.

3. Carbonées : C combiné à H et à O.

Sulfates de magnésic, de chaux, de soude, de potasse.

Non chondritiques.

Anorthite.

Enstatite.

Bronzite.

Olivine.

Augite.

Troïlite.

Du nombre des météorites dans l'espace.

On sait que les observations des étoiles filantes ont servi à déterminer approximativement le nombre moyen des météorites qui tombent sur la terre en vingt-quatre heures; à l'aide de cette donnée, on a cherché à déterminer la distance moyenne qui sépare les météorites situées dans les régions de l'espace que traverse la Terre dans sa révolution annuelle. M. le Dr Schmidt, d'Athènes, a trouvé, par des observations qui ont duré dix-sept ans, qu'un observateur voit quatorze météores pendant une heure, à partir de minuit, dans une nuit étoilée, mais sans lune.

De plus, on a constaté par l'expérience qu'un groupe d'obser-

ateurs observant un hémisphère tout entier peuvent voir, à peu près, six fois autant de météores que n'en peut voir un seul observateur. Le professeur H.-A. Newton et d'autres astronomes ont calculé que le nombre de météores visibles de tous les points de la Terre est, en tenant compte de toutes les corrections, un peu supérieur à 10 000 fois le nombre qu'on peut observer d'une seule station terrestre. Nous concluons de là qu'en un jour il ne tombe pas, sur la Terre, moins de 20 millions de météores lumineux qui nous offriraient chacun, par une nuit claire, le phénomène bien connu d'étoile filante.

Mais ce nombre ne comprend pas tous les météores légers qui pénètrent dans notre atmosphère; car beaucoup de ces corps, qu'on peut observer au télescope, sont invisibles à l'œil nu. On peut admettre, en tenant compte de ces derniers, que le nombre de météorites visibles, en un jour, est au moins vingt fois plus considérable, ce qui porte à 400 000 000 le nombre de météorites tombant tous les jours à la surface de notre planète. D'autre part, en reconsidérant que les météorites visibles à l'œil nu et en admettant que leur vitesse absolue dans l'espace est égale à celle des comètes parcourant une orbite parabolique, M. le professeur H.-A. Newton a montré que le nombre moyen de météorites circulant dans les régions traversées par la Terre est de 30 000, pour un volume égal au volume terrestre. Nous concluons de là que les météorites sont distribuées, en chiffres ronds, à 250 milles (402^{km}, 325) les unes des autres (1).

Si nous admettons que ces résultats s'appliquent à toutes les régions de l'espace, nous devons nous attendre à voir, dans toutes les régions, les phénomènes célestes auxquels donnent lieu les météorites.

De plus, nous avons dans notre système planétaire la preuve que les météores peuvent se rassembler en groupes.

On admet généralement aujourd'hui qu'une comète est un essaim de météores groupés. Cet essaim finit avec le temps par constituer une orbite continue en vertu de la différence des vitesses de ses éléments; des chocs brisent les plus grosses pierres et pro-

(1) Article « Météorites ». Professeur NEWTON, *Encyclopædia Britannica*, 9^e édition, vol. XVI.

duisent, dans certains cas, de nouvelles vapeurs qui se condensent en petites météorites.

Une météorite, placée dans l'espace dans l'une quelconque des conditions indiquées par les comètes, les étoiles nouvelles et les étoiles de la première grandeur telles que α Orion, sera évidemment sujette aux collisions, mais seulement à des collisions plus fréquentes que celles qui auraient lieu si le nombre des météorites, contenues dans l'espace, était celui que semblent indiquer les calculs du professeur H.-A. Newton, basés sur des observations faites en divers points terrestres.

Vitesse des météores lumineux.

Malgré les difficultés que présentent les observations qui conduisent à la détermination de la vitesse des météores pénétrant dans notre atmosphère, on a fait beaucoup d'observations qui permettent de conclure que la vitesse des météores lumineux, par seconde, est rarement inférieure à 10 milles (16^{km} , 093) et qu'elle est supérieure à 40 ou 50 milles (64^{km} , 372 ou 80^{km} , 465). On sait que les vitesses des météorites varient souvent beaucoup d'un essaim à l'autre. Le professeur H.-A. Newton, dont l'autorité est grande en pareille matière, estime à 30 milles (48^{km} , 279) la vitesse moyenne, par seconde, des météores lumineux.

Résultat des collisions.

Si nous admettons que les météores de toutes les autres régions de l'espace aient ces mêmes vitesses et que la chaleur spécifique des météorites soit 0,10, l'accroissement de température produit dans ces corps par les collisions sera donné approximativement par le tableau suivant :

Pour une vitesse de	1 mille	($1,6093^{\text{km}}$)	3000 ° C.
»	»	10 » ($16,093$)	300000
»	»	20 » ($32,186$)	1200000
»	»	30 » ($48,279$)	2700000
»	»	60 » ($96,558$)	10800000

Cependant, dans les conditions que nous avons fait connaître,

il est certain que les météorites se touchent plutôt qu'elles ne se heurtent.

Comètes dues aux collisions des météorites.

Ce fait, que les comètes sont produites par des essaims de météorites, fut établi pour la première fois, en 1866, par Schiaparelli, qui démontra que l'orbite des météores du mois d'août est identique à celle de la brillante comète de 1862 (1).

Nébuleuses dues aux collisions des météorites.

C'est M. le professeur Tait (2) qui, en 1871, émit le premier, je crois, cette hypothèse que les nébuleuses étaient des associations de météorites et non de masses gazeuses. J'admis immédiatement cette opinion dans tous les Cours que j'eus à faire, et je pus la vérifier, il y a quelques années, en prouvant que l'on obtient avec les vapeurs de fragments de météorites chauffés dans un tube des spectres qui, en ce qui concerne le carbone et l'hydrogène, sont identiques aux spectres des comètes et des nébuleuses.

Plus récemment, M. Faye a écrit, dans ses Mémoires sur l'hypothèse nébulaire, que des nuages pierreux tout aussi bien que des masses gazeuses ont pu constituer la nébuleuse solaire.

Mais telle n'est pas l'opinion du Dr Huggins qui, dans ses recherches sur les nébuleuses et les comètes, a observé la coïncidence, à peu près exacte, de la ligne de 500 avec la large raie de l'air et en a conclu que c'est probablement l'azote ou un gaz plus élémentaire encore que l'azote qui constitue les nébuleuses. De plus, le Dr Huggins attribue la ligne de 373 à un état inconnu de l'hydrogène, car cette ligne coïncide avec une des raies de l'hydrogène

(1) Lettres au P. Secchi, publiées dans le *Bollettino del Collegio Romano* et reproduites dans *Les Mondes*, vol. XIII.

(2) Il me semble que nous possédons de nombreuses indications sur ce que l'on peut appeler, faute de meilleurs termes, la *période de vie* d'une étoile (ou d'un groupe) constituée d'abord par des gaz incandescents développés par les collisions entre des masses froides agglomérées (nébuleuses planétaires et autres nébuleuses irrésolubles, telles que celles d'Orion, de la Lyre, etc., dont le spectre n'est composé que de quelques lignes brillantes). (Prof. Tait, *Edinburgh Roy. Soc. Proc.*, 1871.)

dans la région ultra-violette des spectres des étoiles de la première grandeur.

Étoiles nouvelles dues aux collisions.

Cette hypothèse que les *Novæ* qui apparaissent de temps à autre sont dues aux collisions de météorites fut d'abord émise par moi en 1877, lorsque j'écrivis au sujet de la *Nova Cygni* :

« La diminution très rapide de la lumière de l'étoile nouvelle du Cygne était si frappante que je demandai sur-le-champ, par lettre, à M. Hind s'il n'avait pas observé quelque changement dans la position de cette étoile; car il me paraissait certain que, si ce corps offrant si brusquement le spectre chromosphérique était simple, il ne devait peser que quelques vingtaines de quintaux, ou peut-être même quelques deux mille quintaux, et qu'il devait alors, à cause de sa petitesse, se trouver très près de nous. Le télescope de M. Hind étant démonté, je n'ai pu recevoir jusqu'à présent aucun renseignement sur le changement de position de cette étoile, et, comme j'écris sans aucun livre, au milieu des montagnes, je ne peux comparer la position qu'indique lord Lindsay, $R\ 21^h\ 36^m\ 52$, $D + 42^\circ\ 16'\ 53''$, avec celles qui ont été données, lors de la première apparition de cette étoile, par M. Winnecke et d'autres observateurs.

Il semble que nous devions donc abandonner l'idée que ces phénomènes sont produits par l'incandescence d'énormes masses de matière; car, s'il en était ainsi, la diminution d'éclat des *Novæ* serait extrêmement lente.

» Considérons alors l'hypothèse de l'incandescence de petites masses de matière. Où les trouver? Notre réponse se devine : dans les petites masses météoriques qui sont disséminées, ainsi que le démontrent des faits de plus en plus nombreux, dans toutes les régions de l'espace (1) ».

Effets des collisions.

Il est intéressant de connaître l'effet produit sur les météorites

(1) *Nature*, vol. XVI, p. 413.

par les collisions. Puisque de très nombreuses observations ont porté à 30 milles (48^{km} , 279) par seconde la vitesse des météorites au moment de leur entrée dans notre atmosphère, il devient facile de comparer entre elles les températures dues aux collisions et celles qui résultent du passage dans l'atmosphère terrestre. La rencontre dans l'espace de deux masses de fer météoriques les transformerait sans doute en une seule masse pâteuse, si les vitesses dont elles sont animées sont suffisamment grandes. Cette agglomération se continue si bien que la masse acquiert des dimensions énormes et les météorites ainsi soudées ensemble présenteront précisément l'aspect fragmentaire connu. Tandis que le volume des masses de fer augmente, les collisions avec de petites météorites développeront des élévations de température tout à fait locales, suffisantes pour volatiliser la surface ou du moins pour l'ébrécher; nous expliquons ainsi la production des *empreintes de ponce* bien connues.

Ajoutons que ces masses de fer en fusion (quelles qu'en soient les dimensions) peuvent attirer à elles les météorites pierreuses voisines. Dans le cas des masses pierreuses, les résultats sont différents, comme on le prévoit facilement. Les collisions qui ont lieu entre ces masses ont probablement pour effet de subdiviser les grandes masses primitives. Les collisions entre une masse pierreuse et une masse ferrugineuse font éclater sans doute la pierre et liquéfient le fer qui peut englober quelques débris pierreux.

Ces opérations de la nature s'accomplissent dans l'espace libre, dans les têtes de comètes et aussi dans les essaims de météores. C'est à cette mécanique grandiose que nous devons, probablement, l'apparence des étoiles dites *nouvelles*. Quant à la marche du refroidissement qui succède à ces cataclysmes, elle est, bien entendu, très variable; aussi les résultats correspondants différeront-ils les uns des autres.

Les grandes masses en collision se détruisent sans doute réciproquement, elles produisent des fragments solides et des vapeurs qui se condensent de nouveau. Telle est, en partie, la cause de l'hétérogénéité de la constitution des corps célestes. La substance qui jaillit du choc de deux météorites varie avec la température; par exemple, une masse ferrugineuse contenant des silicates perdra immédiatement son fer dans une collision qui s'effectue à une

température peu élevée, et ce fer, mis en liberté, se condensera en essaim distinct. Ainsi, dans des conditions de basses températures, à l'aphélie par exemple, il ne se formera que des essaims ferrugineux, les pierres deviendront spongieuses et absorberont les vapeurs de carbone et d'hydrogène.

CONCLUSIONS GÉNÉRALES.

Les conclusions générales auxquelles conduisent les recherches précédentes peuvent se formuler ainsi :

I. Tous les corps célestes, lumineux par eux-mêmes, sont composés ou de météorites, ou de vapeurs météoriques résultant de la chaleur produite par la condensation des essaims de météores due à la gravité.

II. Les spectres de tous ces corps dépendent de la chaleur développée par les collisions, dans les météorites constitutives, et de l'espace moyen qui existe entre ces météorites en essaim ; ou, dans le cas d'essaims condensés, de la période qui s'est écoulée depuis la vaporisation complète.

III. La température des vapeurs produites par les collisions dans les nébuleuses, dans les étoiles dont les spectres présentent des lignes brillantes, mais non les raies C et F, dans les comètes loin du périhélie, est à peu près celle du brûleur de Bunsen.

IV. La température des vapeurs dues aux collisions dans les étoiles telles que α Orion est à peu près celle de la flamme de Bessemer.

V. La courbe d'élévation des températures des essaims de météorites et le refroidissement subséquent de la masse de vapeur produite, ainsi que les phénomènes qui accompagnent ces variations, peuvent être provisoirement résumés comme il suit.

VI. L'éclat de ces agrégations, à chaque accroissement de température, dépend du nombre des météorites formant l'essaim ; en d'autres termes, la différence d'éclat dépend de la quantité et non de l'intensité de la lumière.

	SPECTRE de l'espace intermétéorique.		SPECTRE DE LA VAPEUR DE LA MÉTÉORITE.		SPECTRE de la météorite. — Rayonnement.
	II.	C.	Rayonnement.	Absorption.	
Nébuleuses (sans F)	Rien.	Rien.	Mg (500) $\pm$ 495.	Rien.	Faiblement discontinu.
Comètes de 1866 et de 1867	Rien.	Rien.	Mg (500).		
<i>Nova Cygni</i> après la collision	Rien.	Rien.	Mg (500).	Bande large 475. Rien.	Continu.
Étoiles présentant des raies brillantes (sans F)	Rien.	Rien.	Fe, Mn.		
Nébuleuses (avec F)	H.	Rien.	Mg (500) $\pm$ 495.	D, b, des lignes et des bandes.	Continu.
Étoiles présentant des raies brillantes (avec F)	H.	Rien.	Fe, Mn.		
Comètes dans les conditions moyennes de collision	Rien.	C.	Mg (b).	Rien. ?	Continu.
Comètes au périhélie	Rien.	C.	Lignes des météorites.		
Étoiles de la classe IIIa		C.	.....	Cannelures et lignes des météorites.	Continu et éclatant.
<i>Essais de météorites complexes :</i>					
<i>R Geminorum</i>	II.	C.	Lignes des météorites.	Lignes des météorites.	Au rayonnement des météorites individuelles succède maintenant le rayonnement de la masse centrale, d'abord vaporeuse, puis compacte, des essais condensés.
<i>Nova Orionis</i> (au maximum)	II.	C.	.....	Cannelures et lignes des météorites.	
<i>Condensation.</i>					
Étoiles des classes I et II			Continu.	Lignes de haute température des éléments présents dans les météorites.	
<i>Refroidissement subsequent.</i>					
Étoiles de la classe II, le Soleil inclus.			Continu.	K en excès.	
Étoiles de la classe IIIb				Cannelures du carbone.	

es d'éléments dont les spectres ont le plus d'éclat et peu élevée.

ert des étoiles variables observées appartiennent corps que je considère comme des essaims de condensés, ou comme des étoiles condensées près d'une centrale plus ou moins compacte. Dans certaines de régulière, la variation d'éclat semble, en partie, essaims de météorites circulant autour d'un corps secour et produisant au périastre un éclat maximum.

spectre de l'hydrogène observé dans les nébuleuses Jù à une faible excitation électrique, comme il arrive tre du carbone des comètes. On voit un spectre successivement à l'autre dans la lueur des météorites, quand nt placées dans des tubes vides où l'on fait passer un ectrique. On peut toujours produire le changement de portant la météorite à une température plus élevée.

Des météorites se reforment par la condensation des va- ti se dégagent au moment des collisions. Les petites par- s'accroissent par la fusion résultant des collisions, et cet ement des particules continue sans doute jusqu'à la for- de météorites assez grandes pour se briser dans les colli- si la chaleur due au choc n'est pas suffisante, toutefois, à re la volatilisation de toute la masse.

17. Ce sont les météorites de composition moyenne qui se ent probablement les premières: les formes extrêmes de mé- ites ferrugineuses et pierreuses n'apparaissent que dans la suite temps comme conséquences des collisions.

XVI. Dans les annales des temps passés, on ne trouve aucun mple d'un monde en feu, ni le récit d'aucune collision de masses matières aussi grandes que la Terre; il n'y a donc pas lieu de der de masses comparables au Soleil. Mais la distribution nue des météorites dans tout l'espace indique que de telles isions forment une partie intégrale de l'économie de la ure. Cependant, le nombre des corps sujets à ces formidables isions est, et doit être extrêmement petit et il semble, puisqu'ils

VII. La distinction entre les étoiles, les comètes, les nébuleuses ne repose sur aucune donnée physique.

VIII. Les variétés des spectres des corps célestes dépendent principalement du rapport qui existe entre les distances mutuelles des météorites et leurs surfaces incandescentes.

IX. Quand l'intervalle entre les météorites individuelles est considérable, la ténuité des gaz provenant des collisions sera telle que ces gaz ne donneront pas de spectre lumineux (nébuleuses et étoiles sans la raie brillante F). Quand l'intervalle est moins grand, la ténuité des gaz est moindre et les vapeurs existant dans les régions intermétéoriques donneront dans leurs spectres des lignes brillantes ou des cannelures (nébuleuses et étoiles avec la raie brillante F). Quand l'intervalle est relativement faible et que, par conséquent, la température des météorites individuelles est plus élevée, la prépondérance des lignes brillantes ou des cannelures, dans le spectre de l'intervalle, diminuera et la vapeur incandescente enveloppant chaque météorite manifestera sa présence par l'absorption qui se fait dans le spectre continu que donnent ces météorites elles-mêmes.

X. Les lignes très brillantes qu'on observe dans les nébuleuses en spirale ou dans celles où une rotation a commencé sont dues, probablement, à des courants de météorites animés de mouvements irréguliers et venant de courants principaux où les collisions seraient presque nulles. M. le professeur G.-H. Darwin (¹), discutant l'hypothèse gazeuse, a déjà émis cette idée que, dans ces nébuleuses, la plus grande partie de la masse de gaz n'est pas lumineuse, l'apparence lumineuse étant, d'après une loi d'Hydrodynamique connue, une preuve de condensation le long des lignes de faible vitesse. De ce point de vue, on peut considérer la nébuleuse visible comme un diagramme lumineux de ses propres lignes de courant.

XI. Les étoiles nouvelles vues soit avec, soit sans nébuleuses, proviennent de la rencontre de deux essaims de météores; les lignes brillantes qu'on observe dans leurs spectres sont des lignes de

(¹) *Nature*, vol. XXXI, p. 25.

basses températures d'éléments dont les spectres ont le plus d'éclat à une température peu élevée.

XII. La plupart des étoiles variables observées appartiennent à ces classes de corps que je considère comme des essaims de météores non condensés, ou comme des étoiles condensées présentant une masse centrale plus ou moins compacte. Dans certaines étoiles à période régulière, la variation d'éclat semble, en partie, être due à des essaims de météorites circulant autour d'un corps brillant ou obscur et produisant au périastre un éclat maximum.

XIII. Le spectre de l'hydrogène observé dans les nébuleuses semble être dû à une faible excitation électrique, comme il arrive pour le spectre du carbone des comètes. On voit un spectre succéder brusquement à l'autre dans la lueur des météorites, quand celles-ci sont placées dans des tubes vides où l'on fait passer un courant électrique. On peut toujours produire le changement de H en C en portant la météorite à une température plus élevée.

XIV. Des météorites se reforment par la condensation des vapeurs qui se dégagent au moment des collisions. Les petites particules s'accroissent par la fusion résultant des collisions, et cet accroissement des particules continue sans doute jusqu'à la formation de météorites assez grandes pour se briser dans les collisions, si la chaleur due au choc n'est pas suffisante, toutefois, à produire la volatilisation de toute la masse.

XV. Ce sont les météorites de composition moyenne qui se forment probablement les premières; les formes extrêmes de météorites ferrugineuses et pierreuses n'apparaissent que dans la suite des temps comme conséquences des collisions.

XVI. Dans les annales des temps passés, on ne trouve aucun exemple d'un monde en feu, ni le récit d'aucune collision de masses de matières aussi grandes que la Terre; il n'y a donc pas lieu de parler de masses comparables au Soleil. Mais la distribution connue des météorites dans tout l'espace indique que de telles collisions forment une partie intégrale de l'économie de la nature. Cependant, le nombre des corps sujets à ces formidables collisions est, et doit être extrêmement petit et il semble, puisqu'ils

devront être obscurs et froids, qu'ils ne doivent former qu'une minime partie des corps célestes.

XVII. *Applications spéciales au Soleil.* — α . On peut reproduire assez exactement le spectre solaire (et dans quelques régions du spectre presque ligne pour ligne) en superposant les photographies des spectres de plusieurs météorites pierreuses choisies au hasard et placées entre les pôles de l'arc voltaïque constitués par des fragments de météorites ferrugineuses.

β . Le carbone, qui faisait partie primitivement de l'essaim des météorites dont la condensation a donné naissance au système solaire, a été dissocié par l'énorme chaleur produite par cette condensation.

γ . Les indices de la présence du carbone que j'ai découverts en 1874 (*Roy. Soc. Proc.*, vol. XXXVII, p. 308) continueront lentement à s'accroître en intensité, jusqu'au moment où, grâce à la diminution de la température de la couche la plus absorbante, l'absorption principale sera celle du carbone. C'est dans cet état que nous trouvons actuellement les étoiles de la classe IIIb de la classification de Vogel.

δ . Parmi les changements principaux qui s'effectuent actuellement dans le spectre solaire il semble qu'il faut compter l'élargissement de la raie K et le rétrécissement des lignes de l'hydrogène.

Je dois, en terminant, adresser mes remerciements à MM. Fowler, Taylor et Richards, qui m'ont rendu maints services dans les recherches publiées ici. M. Fowler, assistant du *Solar Physics Committee*, a fait la plupart des observations, rapportées sur les Planches ci-incluses, relatives aux météorites et aux spectres de basses températures. Il a apporté à ce travail un soin, une habileté et une patience au-dessus de tout éloge. J'ai pu reconnaître moi-même l'exactitude de chacune de ses observations. M. Taylor, le *Démonstrateur* d'Astronomie, assisté de M. Richards, s'est dévoué principalement aux recherches bibliographiques et au classement de nos résultats.



TABLES

DES

MATIÈRES ET NOMS D'AUTEURS.

TOME V; 1888.

RECUEILS PÉRIODIQUES DONT LES ARTICLES ONT ÉTÉ ANALYSÉS DANS CE VOLUME.

- American Journal of Science**, 1887-1888, t. XXXIV-XXXVI. — 257, 448.
Annales de l'Observatoire de Bordeaux, t. II. — 162, 255.
 » » de Bruxelles, t. VI. — 499.
 » » de Cordoba, t. V. — 55.
 » » de Harvard College, t. XIII. — 439, 441, 553.
 » » de Morrison (Glasgow U. S.), n° 1. — 57.
 » » de Potsdam, t. VI. — 107.
 » » de Rio-Janeiro, t. III. — 162, 209.
 » » de Turin. — 57.
 » » de Wasburn, t. V. — 55.
Annuaire du Bureau des Longitudes, 1888. — 59.
Annuaire de l'Observatoire de Bruxelles, 1888. — 158.
The Astronomical Journal, n° 160-176. — 22, 261, 442.
Astronomische Nachrichten, n° 2812-2860. — 24, 79, 134, 178, 227, 274, 324, 373,
 448, 504.
Bulletin du Comité international photographique (1^{re} fascicule). — 303.
Comptes rendus de l'Académie des Sciences, t. CV-CVII. — 64, 160, 309, 394.
Himmel und Erde, I. — 548.
Memoirs of the Royal astronomical Society, t. XLIX. — 213.
Monthly Notices of the Royal astronomical Society, t. XLVIII. — 74, 133, 164,
 216, 267, 320, 363, 401.
The Observatory, t. X-XI. — 18, 69, 127, 167, 224, 269, 321, 366, 401, 502, 551.
The Sidereal Messenger, 1887-1888. — 20, 264, 405.
Vierteljahrschrift der astronomischen Gesellschaft (22^e année). — 115, 301.

TABLE DES MATIÈRES.

	Pages.		Pages.
		<i>Calendrier</i>	314
c... 21, 260, 262, 373		<i>Calcul logarithmique :</i>	
434 et 443		— Sur son exactitude	550
..... 227, 444, 456 et 507		<i>Calcul des probabilités</i>	309
<i>chromatique</i> des ob-			
Sa détermination	455	<i>Carbone :</i>	
<i>me</i>	327	— Existence dans le Soleil. 259 et	448
..... 396, 445 et 448		<i>Catalogues d'étoiles</i>	264
<i>Étoiles variables.</i>		— d'étoiles variables	499
r..... 22 et 57		— de Bruxelles	499
..... 510		— du Cap	76 et 132
<i>rcule</i>	262	— de Cincinnati	371
lu Bureau des Longi-		— de Cordoba	76
(1888)	59	— de Davidson	125
ervatoire de Bruxelles		— de Franks (couleurs)	268
..... 158		— de Grant	402
<i>noyenne</i>	85	— de Greenwich ..	86
<i>ale</i> (Lumière)	442	— de Paris	374 et 404
<i>l</i> lunaires	552	— de Poulkova	83 et 277
upent.... 322, 408 et 503		— de la Société astronomique ...	
Voir <i>Planètes (Petites)</i> .		— Errata de divers Catalogues...	
e..... 151		— Index des Catalogues de Green-	
		wich	135 et 374
		<i>Chaleur :</i>	
parmi les Sciences... 265		— Action isolante de diverses	
elle Astronomie	441	substances pour la chaleur	
<i>nde :</i>		rayonnante	26
de ses mouvements		— Sa mesure	126
, annuel et séculaire.. 54		<i>Chercheur de comètes</i>	407
<i>ercure</i> (Nouveau) 315		<i>Chronomètres à interrupteur élec-</i>	
		trique	73
		<i>Circompolaires. Voir Étoiles.</i>	
du Soleil et de la Lune. 317		<i>Collimation des lunettes brisées.</i>	
<i>hie générale de l'As-</i>		327 et 373	
<i>nie</i>	64	<i>Comètes :</i>	
..... 166		— Calcul des distances géocen-	
Sa théorie	261	triques	

	Pages.		Pages
<i>Comètes :</i>		<i>Comète Barnard</i> (1888 oct. 30) ..	11
— Origine	396	<i>Congrès astrophotographique...</i>	11
— Leur dissipation.....	407	<i>Constructeurs américains.....</i>	11
— Directions des grands axes....	436	<i>Corps célestes :</i>	
— Relation avec la zone d'asté- roïdes.....	405	— Leur classification.....	
— Visibilité en plein jour.....	25	<i>Couronne solaire</i>	
— Visibilité à l'œil nu.....	503	<i>Crépuscules rouges.....</i>	
— Queues cométaires.....	508	<i>Diaphragmes placés devant les objectifs.....</i>	
<i>Comètes</i> de 1887.....	87 et 405	<i>Éclipses de Lune :</i>	
<i>Comète</i> de 1666.....	551	— anciennes. 152, 226, 273, 503 et	
<i>Comète</i> de 1673.....	24	— du 28 janvier 1888. 29, 102, 104, 105, 136, 163, 178, 181, 226, 227, 269, 277, 320 et	3
<i>Comète d'Olbers-Brooks...</i>	69, 273	— Variation de la chaleur de la * Lune dans les éclipses de Lune.	21
— Son rapprochement de Mars...	23	<i>Éclipses de Soleil :</i>	
<i>Comète d'Encke.....</i>	370 et 508	— Comité pour ces éclipses.....	363
— Orbite.....	328	— anciennes.....	226 et 323
— Sa variation d'éclat. 276, 328 et	460	— Prétendue éclipse le jour de la bataille de Crécy.....	551
<i>Comètes</i> de 1833 et de 1834.		— du 24 octobre 1688.....	503
— Orbites.....	248, 480 et 532	— du 29 août 1886.....	124
<i>Comète de Faye</i> (apparition de 1888).....	401, 453 et 460	— du 19 août 1887. 18, 78, 131, 160, 178, 265, 371 et	437
<i>Comète</i> de 1862 II.		— du 1 ^{er} janvier 1889....	164 et 320
— Orbite définitive.....	86	— des 21-22 décembre 1889.....	304
<i>Comète</i> de 1863 III.		— Sur la plus grande phase qui, lors d'une éclipse de Soleil, puisse encore être vue à l'œil nu.....	29
— Orbite définitive.....	227	<i>Éphémérides astronomiques :</i>	
<i>Comète</i> de 1867 II (Tempel).		— Nautical Almanac ..	132, 171, 225 et 323
— Orbite.....	214	— Nautical Almanac américain..	212
<i>Comète</i> de 1873 II (Tempel).		<i>Équation personnelle :</i>	
— Orbite.....	425	— dans les observations méri- diennes.....	72, 74 et 436
<i>Comète</i> de 1885 III.....	511	— Ses variations.....	28 et 152
<i>Comète</i> de 1887 I.....	407	— dans les occultations.....	325
<i>Comète</i> de 1887 II.		— dans les mesures d'étoiles dou- bles, sa variation.....	394
— Orbite.....	505	<i>Équatorial coudé et équatoriaux en général. Théorie</i>	309
<i>Comète</i> de 1887 IV.		<i>Erreurs</i>	20 et 160
— Orbite définitive.....	440	— accidentelles des passages.....	394
<i>Comète</i> de 1888 I (Sawerthal)...			
183, 184, 205, 269, 275, 293, 294, 296, 319, 320, 322, 345, 366, 370, 400 et	401		
— Changement d'éclat. 326, 370, 371, 374 et	453		
— Son spectre.....	325 et 366		
— Orbite.....	252		
<i>Comète Brooks</i> (1888 III) ..	401, 538		
427, 460, 495 et			
— Orbite.....	506		
<i>Comète Barnard</i> (1888, sept. 9).	509, 538 et 539		
— Orbite.....	497		

TABLE DES MATIÈRES.

573

	Pages.		Pages.
ans le système des coor- ées rectangulaires.....	316	<i>Intégrales :</i>	
obable	317	— Table des valeurs de $\int_x^\infty e^{-t^2} dt$	393
		<i>Interpolation</i>	163
ment relatif de la Terre et éthér	257	<i>Latitudes :</i>	
		— Leur variabilité.....	367 et 541
ution.....	549	<i>Libration</i>	126
rs.....	288	<i>Ligament lumineux</i>	256 et 400
tificielles.....	73	<i>Longitudes</i>	86, 269, 320, 399, 405, 555
strales.....	364	<i>Longueurs d'onde</i> ..	259, 313 et 448
compolaires :		<i>Lumière :</i>	
es pour leur réduction.		— Vitesse.....	227
5, 137, 138, 145, 185, 187, 231, 233, 278, 281 et	384	<i>Lune :</i>	
comparaison.....	262	— Observations.....	164 et 168
ubles.....	133	— Théorie. 23, 133, 178, 267, 313 et	364
77, 135, 262, 266, 268, 272 et	328	— Éphémérides pour les observa- tions physiques	269 et 369
.....	178, 407 et 430	— Notes sélénographiques..	18, 72, 130, 171, 272, 322, 403, 502, 508 et 551
tribution.....	503	— Atmosphère	273
sparues	452	— Température.....	260
antes.....	132, 165 et 327	— Volcans.....	502 et 552
uelles... 29, 165, 448 et	506	— Son éclat quand elle est éclipsée.	501
scures.....	166	<i>Lunettes</i> (Article encyclopédique sur les).....	553
riables. 19, 22, 23, 28, 73, 74, 164, 170, 177, 163, 272, 275, 280, 374, 39, 442, 444, 453, 458, 499 et	508	<i>Lunette photographique</i>	448
es d'observation.....	24	<i>Magnétisme terrestre</i> ..	64, 158, 161, 256, 399 et 400
sidérale....	61, 66 et 69	<i>Marées</i>	359
s instruments..	81 et 298	<i>Marées atmosphériques</i> ...	68, 126 et 158
équilibre d'une masse animée d'un mouve- de rotation	360	<i>Météores</i> ... 18, 72, 130, 171, 184, 272, 273, 317, 403, 502 et	551
des étoiles	30 et 260	<i>Météorites</i> .. 18, 65, 67, 72, 74 et	408
.....	314	— Origine.....	531
.....	64	— Distribution.....	184
nébulaire	405	— Spectres... 65, 130, 408, 460, 512 et	556
ts astronomiques. 182, 266, 317, 496, 523 et	551	— Orbites.....	361
ons types.....	265	<i>Météorologie</i>	68
airage.....	551	— Sa bibliographie.....	555
:		<i>Micromètres</i> à lames.....	127 et 274
trois intégrales de La-		— à double image.....	365 et 366
.....	89	<i>Miroirs plans</i>	165
		— de télescope : pouvoir de défi- nition.....	165

	Pages.		Pages.
<i>Miroirs :</i>		<i>Observatoires :</i>	
— Centrage	268	— Gohlis	86
— Rapport des pouvoirs lumineux et photographiques de deux miroirs argentés de longueurs focales différentes.....	440	— Gotha.....	117
<i>Moindres carrés</i> (Méthode des)..	316	— Greenwich.....	216 et 436
<i>Mouvement elliptique</i> (Sur cer- taines des équations inté- grales du).....	41	— Grignon.....	118
<i>Mouvements d'horlogerie.</i> Leur contrôle électrique..	365 et 401	— Harrow (Hill Foot) (Tupman)..	218
<i>Mouvements propres</i> des étoiles..		— Harvard College	441 et 553
254, 278, 443 et	511	— Helsingfors.....	118
<i>Nadir.</i> Nouveau bain de mercure.	315	— Hérény.....	118
<i>Nébuleuses</i> nouvelles....	67, 85, 314 et 511	— Jéna	86
— Observations.....	183	— Iowa.....	22
— Catalogues	213	— Kew	217
<i>Nuages.</i> Leur hauteur....	57 et 64	— Kiel.....	118
<i>Nutation diurne</i>	126, 158 et 429	— Kremsmunster.....	118
<i>Objectifs</i>	17 et 452	— Lake Forest University.....	21
<i>Observations discordantes.</i> Sur leur suppression.....	20	— Leipzig.....	118
		— Leipzig (Engelmann).....	118
<i>Observatoires :</i>		— Lick..	21, 266, 362, 370, 441 et 456
— Bâle	115	— Liège (Ougrée).	118
— Berlin.....	86 et 115	— Liverpool	217
— Bonn	116	— Lund	118
— Bordeaux.....	162 et 255	— Maresfield.....	78
— Breslau	116	— Melbourne	218
— Bruxelles	116	— Milan	119
— Cambridge (Angleterre).....	217	— Morrison (Glasgow).....	57
— Cap.....	130, 132, 217 et 452	— Munich.....	119
— Carleton	21	— Naples	500
— Chamberlin (Denver Univer- sity).....	407	— Natal	218
— Cordoba.....	55	— Nicolaïef.....	150
— Crossley.....	218 et 401	— Odessa	86
— Dearborn.....	56 et 373	— O'Gyalla.....	119 et 503
— Dresde (d'Engelhardt).....	117	— Orwell Park (Tomline).....	218
— Dun-Echt	218	— Oxford	217 et 404
— Dunsink	217	— Palerme.....	119, 273, 500 et 541
— Dusseldorf	117	— Peck.....	218
— Ealing (Common).....	218	— Pola	508
— École militaire.....	30	— Potsdam.....	107 et 110
— Édimbourg	217 et 503	— Poulkova.....	150 et 370
— Genève.....	117	— Prague.....	120 et 376
— Glasgow.....	217	— Radcliffe	217
— Göttingue.....	117	— Rio-Janeiro	162 et 209
		— Rugby (Temple).....	218
		— Smith.....	21, 373 et 407
		— Stockholm	120
		— Stonyhurst.....	133 et 218
		— Strasbourg.....	120
		— Tachkent	121 et 139
		— Tucubaya	121
		— Tulse Hill (Huggins).....	218
		— Turin	57

TABLE DES MATIÈRES.

575

	Pages.		Pages.
Observatoires :		Photographie céleste :	
· Vienne-Ottakring (de Kuffner).....	28	— Plaques..... 22, 128, 165 et	304
· Washburn..... 22 et	55	— Comètes.....	278
· Washington.....	122	— Étoiles..... 77, 403 et	405
· Windsor (N.-S.-W.) (Tebbut).....	218	— Étoiles filantes.....	327
· Wolsingham..... 218 et	322	— Nébuleuses... 77, 314, 506 et	551
· Yale College.....	500	— Spectres.....	438 et 448
· Zurich.....	121		
Calculations (par la Lune) de planètes.....	102, 104, 105 et 365	Photométrie :	
d'étoiles .. 25, 78, 87, 166, 268, 365, 505, 509 et	552	— Photomètre astronomique.....	152
d'étoiles doubles.....	19	— Photomètre de Pritchard.....	18
Calculations (par les planètes).....	25, 447 et 509	— Appareil enregistreur.....	132
Calculaires..... 25, 163 et	313	— Photométrie des couleurs.....	215
		— Observations..... 78, 134 et	439
		— de petites planètes.....	264
Orbites :		Planètes :	
· Formules pour la variation des éléments.....	5	— Théorie analytique du mouvement des planètes. 121, 329 et	377
· Calcul d'après trois observations..... 23 et	261	— Nouvelles Tables.....	376
· Calcul des orbites de météores.....	361	— Calcul de la distance héliocentrique.....	451
· Représentation des orbites au moyen de modèles.....	264	— Figure des planètes.....	68
Parallaxes d'étoiles..... 71, 77, 503 et	507	— Périodes.....	19
Passage de Vénus.....	34	— Distances moyennes au Soleil. 162	
· Nouvelle méthode de discussion des observations.....	65	— <i>Mercure</i> . — Théorie.....	444
Éclipses..... 160 et	395	— <i>Vénus</i> . — Sa lumière cendrée. 81, 226 et	322
Éclipses astronomiques... 265, 266 et	371	— " Occultation par la Lune....	365
Perturbations :		— <i>Mars</i> . — Éphémérides pour les observations physiques... 133	
Formules..... 29 et	453	— " Aspect. 318, 319, 320 321, 398, 399, 404, 502 et	555
Termes du troisième ordre.... 329 et	377	— " Satellites... 167 et	400
Périséides :		— <i>Jupiter</i> . — Ses phases..... 162	
Leur radiant.....	552	— " Sa rotation. 74 et	177
Photographie :		— " Tache rouge..... 552	
Son application à la Météorologie.....	68	— " Éphémérides pour les observations physiques. 79	
Photographie céleste.....	555	— " Occultation d'une étoile.....	509
Bulletin du Comité international..... 363 et	315	— " Satellites.. 70, 79 166 et	324
Procédés. 77, 82, 128, 215, 229, 304, 305, 306, 307, 308, 309, 315 et	324	— " Théorie analytique. 127 et	388
		— <i>Saturne</i> . — Aspect.. 123, 226, 266 et	401
		— " Masse.....	53

	Pages		
Planètes :		Planètes (Petites) :	
— <i>Saturne</i> . — Anneaux... 163 et 397		— (131) <i>Vala</i> . Observations.....	
— " Nouveaux anneaux. 394		— (133) <i>Cyrène</i> . Observations...	
— " Satellites. 351 et 459		— (138) <i>Tolosa</i> . Observations...	
— " Hypérion... 262,		— (141) <i>Lumen</i> . Observations...	
347 et 446		— (144) <i>Vibilia</i> . Observations...	
— " Titan..... 446 et 503		— (169) <i>Zélia</i> . Observations.....	
— <i>Uranus</i> . — Aspect..... 81		— (177) <i>Irma</i> . Observations.....	205 et
— " Satellites..... 167		— (181) <i>Eucharis</i> . Observations.	
— <i>Neptune</i> . — Satellite..... 442		— (183) <i>Istria</i> . Orbite... 227 et 27	
Planètes (Petites)..... 214 et 376		— (190) <i>Ismène</i> . Observations... 51	
— de 1887..... 87		— (200) <i>Dynamène</i> . Observations. 538	
— Possibilité de déterminer leur		— (201) <i>Pénélope</i> . Observations. 495	
nombre et leur masse totale. 180		— (207) <i>Hedda</i> . Observations...	205 et 296
— Relation avec les comètes à		— (212) <i>Médée</i> . Observations... 495	
courte période..... 405		— (223) <i>Rose</i> . Observations..... 345	
— (5) <i>Astrée</i> . Sa conjonction		— (226) <i>Weringia</i> . Observations. 51	
avec (8)..... 25		— (230) <i>Athamantis</i> . Observa-	tions..... 205
— (6) <i>Hébé</i> . Orbite..... 230		— (236) <i>Honorine</i> . Observations.	205 et 492
— (7) <i>Iris</i> . Opposition..... 555		— (246) <i>Asporine</i> . Observations. 51	
— (8) <i>Flore</i> . Sa conjonction		— (252) <i>Clémentine</i> 164	
avec (5)..... 25		— " Observations.	148 et 205
— (11) <i>Parthénope</i> . Orbite et		— " Éléments et	éphéméride..... 105
éphéméride..... 183		— (261) <i>Prymno</i> . Observations..	205 et 492
— (12) <i>Victoria</i> . Observations.. 491		— (267) <i>Tirza</i> . Observations... 495	
— (14) <i>Irène</i> . Observations.... 491		— (268) <i>Adorea</i> . Observations...	495 et 510
— (28) <i>Bellone</i> . Éphéméride... 292		— (269) <i>Justicia</i> . Observations.. 51	
— (40) <i>Harmonia</i> . Observations. 538		— (270) <i>Anahita</i> . Orbite et éphé-	méride..... 12
— (45) <i>Eugénie</i> . Observations.. 492		— (271) <i>Pénthesila</i> . Observations.	51 et 205
— (48) <i>Doris</i> . Observations.... 296			
— (69) <i>Hespérie</i> . Éphéméride... 280			
— (80) <i>Sapho</i> . Son opposition.. 164			
— " Sa grandeur.... 177			
— " Observations...	366, 402 et 492		
— (87) <i>Sylvia</i> . Éphéméride.... 426			
— (106) <i>Dioné</i> . Observations.... 205			
— (113) <i>Amalthée</i> . Éphéméride. 540			
— (116) <i>Sirona</i> 376			
— " Observations.... 427			
— (120) <i>Lachésis</i> . Observations.. 148			
— (124) <i>Alceste</i> . Observations... 296			

TABLE DES MATIÈRES.

577

	Pages.		Pages.
Planètes (Petites) :		Radiants :	
- (272) <i>Antonia</i>	164	- Leur répartition.....	237 et 283
- " Sa découverte..	183	- Radiants cométaires.....	85
- " Observations...	148, 206, 315 et 493	- Radiant des Perséides.....	552
- (273) <i>Atropos</i> . Sa découverte.	227	Radiations :	
- " Observations..	206	- Leur mesure.....	126 et 260
- (274) <i>Philagoria</i> . Sa décou-		Réflexion diffuse	551
- verte.....	227	Réfraction	91, 93, 193 et 228
- " Observations.	296 et 319	- constante.....	21 et 444
- (275) <i>Sapientia</i> . Sa découverte.	227	Réticule à lames croisées	164
- " Observations.	296, 319, 345 et 493	Saros	72
- (276) <i>Adelheid</i> . Sa découverte.	227 et 319	Séismoscopes	261
- " Observations.	296, 345 et 493	Séries :	
- (277) Sa découverte...	280	- Convergence.....	501
- " Observations...	293, 319, 345 et 495	Sextant :	
- (278) <i>Pauline</i>	376	- Excentricité.....	228
- " Sa découverte..	280	- Rectification.....	405
- " Observations...	293 et 319	Scintillation :	
- (279)	376	- Monographie.....	126
- " Sa découverte...	319 et 325	Sirius . — Son système.....	266
Platine :		Société astronomique de France	129
- Son existence dans le Soleil...	260	- <i>Urania</i>	372
Poussières cosmiques	316	Soleil :	
Précession :		- Constitution....	79, 259, 260, 407 et 448
- constante.....	110	- Couronne.....	551
- Nombres auxiliaires pour son calcul.....	26	- Diamètre.....	451
Principe des forces vives (Le) et la stabilité des systèmes dynamiques	207 et 430	- Mouvement propre.....	110
Problème de Képler :		- Parallaxe.....	65 et 68
- Solution.....	136	- Protubérances ..	65, 162, 165, 167, 178, 317, 318 et 400
- Tables.....	358	- Rotation.	261, 372, 448, 458 et 550
Problème des trois corps	121	- Spectre.....	215 et 259
Problème des n corps	16	- Taches.	65, 162, 165, 167, 183, 317, 318, 400, 442, 444 et 453
		Spectroscopie :	
		- Longueurs d'onde.	259, 313 et 448
		- Spectre des gaz.....	314 et 317
		- Spectre des nébuleuses.	401 et 402
		- Spectre des météorites ...	74, 512 et 556
		- Spectres stellaires ..	136, 166, 438, 458 et 508
		- Catalogue des spectres d'étoiles.	131
		Télégraphie astronomique	230

	Pages.		Pages.
<i>Télescopes. Voir Miroirs.</i>		<i>Triangulation de Gauss...</i>	26
<i>Terre :</i>		<i>Urania (Société astronomique)..</i>	548
— Distribution des tensions de la		<i>Vacillation des étoiles... 324 et</i>	554
croûte terrestre.....	360	<i>Variation des éléments d'une or-</i>	
— Figure de la Terre.. 318, 372,		bite.....	5
399 et 473		<i>Vent :</i>	
— Mouvement relatif de la Terre		— Son inclinaison.....	395
et de l'éther.....	257	<i>Verres colorés :</i>	
— Tremblements de terre.....	260	— Leur influence sur les mesures	
<i>Théorème de Lambert</i>	135	du diamètre du Soleil.....	451
<i>Toise du Pérou</i>	316	<i>Vis micrométrique (Étude d'une).</i>	451
<i>Tourillons d'une lunette méri-</i>		<i>Volcans de la Lune..... 502 et</i>	552
dienne; étude de leur forme.	523		

TABLE ALPHABÉTIQUE DES NOMS

MM.

A

ABDADIE (D'). 64.
 ABNEY. 215, 308.
 ADAMS. 364.
 AIRY. 133, 267.
 ALLEN. 503.
 ANDRÉ. 256, 400. Observation de l'éclipse de Lune du 28 janvier 1888, 104. Observations de comètes, 294.
 ANGSTRÖM. 126.
 ANGIANO. 125.
 ASTRAND. 358.
 AUWERS. 219, 224.

B

BACKHOUSE. 73, 165, 226, 323, 503.
 BACKLUND. 83, 328.
 BALFOUR STEWARD. Sa mort, 133, 216.
 BALL (DE). 53.
 BALL (Sir). 78.
 BARNARD. 85, 112, 147, 509.
 BARR. 72.
 BARRÉ. 319.
 BASSOT. 314.
 BATTERMANN. 227, 456.
 BAUSCHINGER. 29, 298.
 BAXENDELL (Joseph). Sa mort, 19, 85.
 BECKER. 86, 275.
 BELL. 148.
 BERBERICH. 24, 35, 180, 275, 276, 509.
 BERTRAND. 66, 309.
 BEUF. 319.
 BIGELOW. 266, 406.
 BIGOURDAN. 67, 317, 319, 394, 401. Histoire des observatoires de l'École militaire. 30. Comètes et planètes de 1887, 87.

MM.

BISCHOFF. 372.
 BISCHOFFSHEIM. 69.
 BOEDICKER. 215.
 BOHLIN. 207, 429, 430.
 BOILLLOT. 395.
 BONNET (Ossian). Remarques sur certaines équations intégrales du mouvement elliptique, 41.
 BOOTH. 552.
 BOUQUET. 319. Note sur la détermination géométrique des positions apparentes des étoiles circompolaires, 173. Application de la méthode de M. Gaillet, 233.
 BORRELLY. 102, 164, 280, 319. Observations de planètes et de comètes, 296.
 BORST. 264.
 BOSS. 22, 443, 506.
 BOUQUET DE LA GRÈVE. 60.
 BRASHEAR. 265.
 BREDICHIN. Quelques remarques sur l'origine des météores, 521.
 BRESTER. 549.
 BROOKS. 131, 322, 460.
 BRUNS. 16, 87, 135, 275.
 BRYANT. 28, 164, 169, 177, 225.
 BURDER. 501.
 BURNHAM. 226.

C

CACCIATORE. 273.
 CALLANDREAU. 68, 319. Remarques sur la théorie de la figure de la Terre, 473.
 CAPRON. 226.
 CARON. 399.
 CARVALLO. 163, 316.
 CAMPBELL. 511.

MM.

CASPARI. 399.
 CELORIA. 135, 328.
 CERASKI. Le photomètre astronomique et ses applications, 153.
 CERULLI. 86.
 CHANDLER. 23, 23, 57, 262, 263, 443, 444, 499.
 CHARLOIS. 163, 164, 183, 280, 319, 401, 510. Observations de planètes et de comètes, 51, 148, 205, 345, 495. Éléments et éphéméride de $\textcircled{252}$, 105.
 CHRISTIE. 74, 128, 169, 308, 436.
 CLERKE (Miss). 130, 272.
 COAKLEY. 405.
 COGGIA. 102. Observations de planètes et de comètes, 428, 538.
 COMMON. 165, 551.
 COMSTOCK. 21, 262, 405, 444, 505.
 COPELAND. 78, 401, 402, 503.
 CORNU. 60, 64.
 COURTY. 69, 319.
 CREW. 261.
 CROSSLEY. 268, 366, 401.
 CRULS. 68, 209, 400.

D

DAMUEN. 210.
 DARBOUX. Sur les trois intégrales de Laplace, 89.
 DARWIN (G.-H.). 359, 360.
 DAVIDSON. 125.
 DAVISON. 360.
 DAWSON. 444.
 DECHLARENS. 395.
 DEFFORGES. 160, 395.
 DEICHMULLER. 374, 506.
 DELGADO. 319.
 DEMBOWSKI. 301.
 DEMOULIN. 316.
 DENNING. 18, 72, 74, 130, 132, 165, 166, 171, 226, 272, 403, 502, 551, 552.
 DESLANDRES. 313, 314.
 DEVAUX. Recherches sur la forme des tourillons d'une lunette méridienne, 523.
 DOBERCK. 269.
 DÖLLEN. 277.
 DONNER. 275.

MM.

DORST. 134.
 DOWNING. 76, 364, 368, 404.
 DREYER. 213.
 DUBOIS. 400.
 DUNÉR. 69, 308.
 DUNKIN. 271.
 DUTTON. 260.

E

EGBERT. 262.
 ELGER. 18, 72, 130, 171, 226, 272, 322, 369, 401, 403, 502, 551.
 ELKIN. 500.
 ELLERT. 73.
 ENGELHARDT (D'). 459, 511.
 ENGELMANN. Notice nécrologique, 275.
 ERICSSON. 227.
 ESMIOL. 102, 319. Observations de planètes, 427.
 ESPIN. 19, 28, 74, 85, 136, 275, 458, 503, 508.
 EXNER. 126.

F

FABRITIUS. Sur le calcul des lieux apparents des étoiles, 187.
 FAYE. 64, 162, 309, 396.
 FENYL. 374.
 FESTING. 215.
 FIEVEZ. 158.
 FINLAY. 184, 460.
 FIZEAU. 398.
 FLAMMARION. 399.
 FOERSTER. 151.
 FOLIE. 54, 126, 158, 373, 456, 501, 507.
 Sur l'incorrection des formules proposées par Fabritius pour la réduction des circompolaires, 47. Sur les formules de M. Fabritius, 185, 384.
 FRANCKS. 226, 268.
 FRANZ. 29.

G

GAILLLOT. Théorie analytique du mouvement des planètes. Expression générale des perturbations qui sont du

MM.
troisième ordre par rapport aux masses, 329, 377,
GALLE. 25.
GAUTHIER (Raoul). 214.
GEELMUYDEN. 327, 373.
GILL. 130, 132, 269, 304, 308, 321, 403, 452, 553, 555.
GINZEL. 29, 152, 183.
GLAISHER. 219.
GLASENAPP. 268, 271.
GONNESSIAT. Calcul des positions apparentes des étoiles circumpolaires. Méthode de M. Fabritius, 138.
GORE. 77, 133, 226, 268, 554.
GOTHARD (E. DE). 132, 278.
GRANT. 402.
GRENSTED. 273.
GRUBB. 226, 266, 308, 321, 324, 401.
GRUEY. 163, 313, 400. Sur une forme géométrique des effets de la réfraction dans le mouvement diurne, 91, 193.
GYOU. 317.
GYLDÉN. 504.

H

HAGEN. 408.
HALL (Asaph). 20, 260, 262, 443.
HALL (Maxwell). 170.
HARKNESS. 264, 265.
HARRINGTON. 262.
HARTWIG. 301.
HARZER. 178, 453.
HATT. 316.
HENRY. 69, 403.
HÉRIQUE. 400.
HERZ. 28, 29. Sur la réduction des circumpolaires d'après les formules de Fabritius, 145.
HILFKE. 28, 132.
HILL (G.-A.). 407.
HILL (G.-W.). 121, 446.
HIND. 164, 364.
HOLDEN (E.-L.). 260.
HOLDEN (E.-S.). 266, 320, 321, 447, 456, 502. L'observatoire Lick, 362.
HOLETSCHEK. 436.
HOUEA Notice nécrologique, 456.
HUNT. 552.
HUTCHINS. 259, 260.

MM.

I

INO TADATOSHI. Sa biographie, 551

J

JANSSEN. 61, 66, 68, 160, 308, 317.
JEDRZEJEWICZ. Sa mort, 181.
JESSE. 327.
JOHNSON. 78, 268, 273, 370, 503, 552.

K

KAMMERMAN. 453.
KEELER. 263, 266.
KEMPF. 274.
KHANDRIKOFF. 131. Observation de l'éclipse de Lune du 28 janvier 1888, 105.
KIAER. 508.
KIRCHHOFF. 69.
KIRKWOOD. 214, 405.
KLEIBER. 184, 277.
KLUMPKÉ (M^{lle}). 408.
KNOBEL. 129, 321.
KNOTT 177 55
KONKOLY VON). 325.
KÖVESLIGETHY. 166.
KOWALCZYK. 280.
KREUTZ. 26, 453, 506.
KRUGER. 84, 230, 232, 376, 506, 509.
KÜSTNER. 437, 541.

L

LACAILLE, 400.
LAGRANGE (C.). 158.
LAMB-UPDEGRAFF (Miss). 374.
LAMEY. 394.
LAMP. 81.
LANGE. 303.
LANGLEY. 260, 441, 448.
LASCHNER. 84, 508.
LE CADET. 294.
LEHMANN-FILHES. 361.
LEITZMANN. 436.
LÉVY. 318.
LINDEMANN. 30.
LOCKYER. 65, 74. Recherches sur les

MM.

spectres des météorites, 408, 460, 512, 556.

LOEWY. 162, 309.

LOHNSTEIN. 279, 451.

LUTHER (E.). Notice nécrologique, 216.

LUTHER (R.). 183, 230.

LUTHER (W.). 227, 452. Observations de comètes, 539. Éphéméride de (113), 540.

LYNN. 74, 177, 226, 323, 370, 404, 502, 503, 551.

M

MAC CARTHY. 319.

MANN. 266.

MARCESE. 451.

MARKOFF. 393.

MARTH. 79, 133, 167, 269, 403.

MAUNDER. 166, 226, 271, 366, 369, 502.

MAW. 555.

MAXWELL REED. 22.

MENDENHALL. 261.

MESSER. 550.

MEUNIER (Stanislas). 66, 67.

MEYER (G.). 85.

MEYER (W.). 549.

MICHELSON. 257, 259, 302.

MILLOSEWICH. 85, 374, 508.

MILNE. 504.

MOELLER. 506.

MONCK. 19, 72, 265, 273, 407, 503.

MORIZE. 400.

MORLEY. 257, 259.

MOUCHEZ. 62, 303, 308, 314, 315, 403.

MOUREAUX. 161, 400.

MULLER. 446.

N

NEISON. Voir NEVILL.

NEVILL. 274, 365.

NEWCOMB. 212, 260, 265.

NEWTON. 323.

NEWTON (H.-A.). 445, 448.

NIESTEN. 158, 555.

NILS EKHOLM. 58, 64.

NOBILE. 500, 541.

NOBLI. 72, 78, 322, 551.

NYRÉN. 434.

MM.

O

OBRECHT. 65.

OERTEL. 86, 374.

OLIVER. 448.

OLTRAMARE. Éphémérides de (28), 292; de (87), 426.

OPPOLZER. Notice. 301, 441.

OUDEMANS. 164, 365, 366.

P

PALISA (J.). 227, 325.

PARKHURST. 264.

PÉRIGAUD. 69, 315.

PERROTIN. 318, 397, 398, 399, 401, 460.

PERRY. 78, 123, 124, 165, 167, 178, 269.

PETERS (C.-H.-F.). 135, 264, 448.

PHYTHIAN. 12.

PICKERING (E.-C.). 17, 260, 308, 438, 439, 448.

PLASSMANN. 439.

PLUMMER. 78.

POINCARÉ (A.). 68, 317.

POINCARÉ (H.). 399.

POMERANTZEFF. 459.

PRITCHARD. 71, 77, 440.

PRITCHETT. 322.

PROCTOR. 320. Notice, 551.

PUISEUX (P.). 309.

Q

QUÉTELET (E.). 499.

R

RADAU. 187. Formules pour la variation des éléments d'une orbite. 5.

RAMBAUD. 164, 319. Observations de planètes et de comètes. 293, 491.

RANYARD. 270, 365.

RAYET. 69, 255, 396.

REID. 261.

RENZ. 325.

REPSOLD. 182.

RICCO. 273, 498.

MM.

ROBERTS. 77.
ROGER. 162.
ROGERS. 22.
ROTCH. 371.
ROWLAND. 448.

S

SAFARIK. 280.
SAFFORD. 73, 76, 231, 278.
SAWERTHAL. 183.
SAWYER. 23, 262, 442, 555.
SCHAEUBLE. 81, 228.
SCHEFFLER. 508.
SCHEINER. 82, 308.
SCHIAPARELLI. 430.
SCHJELLERUP. Notice nécrologique, 26, 216.
SCHRAM. 301, 441.
SCHULBOF. Sur les orbites des deux comètes de 1833 et 1834, 248, 480, 532.
Sur les formules de M. Fabritius, 281.
Éléments et éphéméride de la comète 1873 II (Tempel), 425.
SCHULTZ (Herman). 79, 448.
SCHULTZ-STEINHEIL. 324.
SCHUR. 26, 301, 452, 510.
SEARLE. 23, 261.
SECCHI. Notice, 441.
SEELIGER. 303, 554.
SÉRAPHIMOFF. 328.
SEYDLER. 136.
SHERMANN. 444.
SIEFFERT. 163.
SOULLART. 388.
SPÉE. 158.
SPITTA. 18, 70, 73, 78, 551.
SPOEKER. 183.
STADTHAGEN. 550.
STANOIEWITCH. 160.
STECHELT. 505.
STEPHAN. 102.
STOCKWELL. 23.
STOK (Van der). 550.
STONE (E.-J.). 164, 168, 368.
STONE (Ormond). 347.
STROOBANI. 123.
STRIVE (Hermann). 351.
STRIVE (Ludwig). 110.
STRIVE (O.). 150, 277.
STUTZ. 506.

MM.

SWIFT. 85, 407, 510.
SY. 164, 319. Observations de planètes et de comètes, 293, 491.

T

TACCHINI. 65, 162, 317, 318, 400.
TAIT. 159.
TEBBUT. 19, 166, 178, 320, 365, 404, 453, 508, 509.
TEISSERENC DE BORT. 399.
TENNANT. 165, 171, 225, 271.
TERBY. 226, 319, 404.
TERQUEM. 210.
TETENS. 453.
THACKERAY. 367, 369.
THIELE. 26, 307.
TILLO. Recherches sur la répartition des points radiants, d'après les mois de l'année et d'après les coordonnées célestes, 237, 283.
TISSEMAND. 313.
TODD. 18, 437, 551.
TONDINI. 314.
TRÉPIED. 319. Observations de planètes et de comètes, 293, 491.
TROUVELOT. 163.
TROWBRIDGE. 259.
TUPMAN. 127, 164.
TURNER. 74, 270, 321, 371.

V

VIENNET. 69. Éléments et éphéméride de la comète Barnard (1888 sept. 2), 497; de (270), 12.
VOGEL. 26, 229, 254, 278, 307, 455, 506.

W

WARREN DE LA RUE. 308.
WEINECK. 376.
WELLMANN. 451.
WENDEL. 85.
WESLEY. 551.
WEYER. 324.
WILSING. 107, 372, 458.

MM.	MM.	
WILSON. 405.		Y
WINKLER. 86.	YENDEL. 444.	
WINSLOW UPTON. 371.	YOUNG. 443.	
WOLF (C.). 316.		Z
WOLF (Max). 25, 327.	ZENGER. 19, 69.	
WOLF (R.). 162, 183.	ZONA. 273.	
WITSCHICHOWSKI. 374.		

ERRATA.

Pages 278, 480, 532, titre du Mémoire de M. Schulhof, *au lieu de* : « Sur les orbites des deux comètes de 1833 et de 1883 », *lisez* : de 1833 et de 1834.

FIN DU TOME V.

